

مركز دراسات الوحدة العربية

سلسلة تاريخ العلوم عند العرب (١٢)

دراسات
في تاريخ العلوم العربية وفلسفتها

الدكتور رشدي راشد

الفهرسة أثناء النشر ـ إعداد مركز دراسات الوحدة العربية

راشد، رشدي

دراسات في تاريخ العلوم العربية وفلسفتها / رشدي راشد.
٤٦٩ ص. ـ (سلسلة تاريخ العلوم عند العرب؛ ١٢)
يشتمل على فهرس أعلام.
ISBN 978-9953-82-370-6
١. العلوم عند العرب ـ فلسفة ونظريات. ٢. العلوم عند العرب ـ تاريخ.
٣. الرياضيات ـ فلسفة ونظريات. أ. العنوان. ب. السلسلة.
510.1

العنوان بالإنكليزية

Studies in the History of the Arab Sciences and Disciplines
Roshdi Rashed

مركز دراسات الوحدة العربية

بناية «بيت النهضة»، شارع البصرة، ص. ب: ٦٠٠١ ـ ١١٣
الحمراء ـ بيروت ٢٤٠٧ ٢٠٣٤ ـ لبنان
تلفون: ٧٥٠٠٨٤ ـ ٧٥٠٠٨٥ ـ ٧٥٠٠٨٦ ـ ٧٥٠٠٨٧ (+٩٦١١)
برقياً: «مرعربي» ـ بيروت
فاكس: ٧٥٠٠٨٨ (+٩٦١١)
e-mail: info@caus.org.lb
Web Site: http://www.caus.org.lb

الطبعة الأولى
بيروت، كانون الثاني/يناير ٢٠١١

دراسات

في تاريخ العلوم العربية وفلسفتها

المحتويات

الفصل الثالث

الفصل الرابع

الفصل الخامس

مقدمة

التراث العلمي العربي اليوم

بدأ البحث في تاريخ العلوم مع الحداثة العلمية في القرن الثامن عشر الأوروبي، وازدهر هذا البحث التاريخي مع تطور وازدهار البحث العلمي نفسه منذ القرن التاسع عشر في المجتمعات التي تنتج وتستهلك العلم، أي في المجتمعات الصناعية؛ واستمر هذا الازدهار وزاد وتوسع في القرن العشرين فأنشئت أقسام تاريخ العلوم والمعاهد لتدريسه والبحث فيه. وصاحب هذا الازدهار البحث في تاريخ التراث العلمي العربي. ولأسباب عدة واضحة بدأ هذا البحث خارج الوطن العربي والعالم الإسلامي، وظل إلى يومنا هذا مرتبطًا بمؤسسات البحث العلمي العالمية.

وظهرت منذ ثلاثينيات القرن الماضي هنا وهناك دعوات في الوطن العربي للبحث في تاريخ العلوم العربية. كانت هذه الدعوات مرتبطة أشد الارتباط بتأسيس الجامعات الوطنية مثل جامعة فؤاد الأول - القاهرة فيما بعد - وبالدعوة إلى الاستقلال السياسي والإصلاح والتجديد الاجتماعي والحضاري. ولقد أثار بعض المثقفين العرب - وخاصة العلماء منهم - وغيرهم من مثقفي البلدان الإسلامية موضوع التراث العلمي كإحدى وسائل هذا التجديد وهذا الإصلاح. ولكن، على الرغم من هذه الدعوة وما صحبها من أعمال قيِّمة لم تقم أية مؤسسة بحثية أو تعليمية في هذا الميدان.

وظهر فيما بعد في أواخر السبعينيات من القرن المنصرم مع الحركة القومية العربية نفس الدعوة إلى الاهتمام بالتراث العلمي العربي كأحد مقومات الحضارة

العربية، وأنشئ حينئذٍ معهدان لهذا الغرض في بلدين عربيين. كان الهدف هذه المرة أيديولوجيًا، وهو بيان البعد العلمي للحضارة العربية لتأكيد حق العرب المعاصرين في الحداثة. ومع نبل هذا الهدف وأهميته لم تهيّأ كل سبل النجاح لهاتين التجربتين.

والآن، لا زالت هناك محاولات عدة ومختلفة للبحث في التراث العلمي العربي، بعضها ينبع من مبادرة مجموعات من أساتذة الجامعات، مثل ما يقوم به فريق تاريخ العلوم المكوّن من أساتذة الرياضيات والعلوم بالجامعة اللبنانية، ومثل ما يحدث في الأردن والمغرب ومصر... الخ، وهي محاولات متفاوتة في القوة والنجاح لا تدعمها الدول لتطويرها إلى مؤسسات حقيقية لتأهيل المختصين للقيام بتدريس هذه المادة والبحث فيها.

فلا زال جلّ البحث الجاد في التراث العلمي العربي يتم في خارج البلدان العربية والإسلامية، أعني في أوروبا وأمريكا خاصة. ففي هذه البلدان تسارع البحث في التراث العلمي العربي في الربع الأخير من القرن الماضي لأسباب عدة مستقل بعضها عن بعض، وهي:

١- تزايد البحث في تاريخ العلوم عامة وتدريسه في الجامعات، مما أدى أيضًا إلى الرجوع إلى علم العصر الوسيط اللاتيني، وهنا اضطر المؤرخون إلى دراسة الترجمات اللاتينية للمؤلفات العربية، سواء تلك التي تمّت في القرنين الثاني عشر والثالث عشر أو تلك التي تمّت فيما بعد حتى منتصف القرن السابع عشر.

وكان الحال نفسه لدراسة العلم اليوناني، فكثير من نصوصه الهامة فقدت في لغتها الأصلية، ولم تصل إلينا إلا في ترجماتها العربية. من البيّن أن هذه الدراسات لا تهتم بالتراث العربي لذاته، ولكن كوسيلة لدراسة التراث اللاتيني واليوناني.

٢- اتساع ميدان الدراسات الاستشراقية وتغير نهجها، فلم تعد محصورة في الداسات اللغوية والكلامية والفقهية، بل أخذت تهتم بالمجتمع واقتصاده ومؤسساته الخ، ومن ثم بالتقنيات والعلوم.

٣- تشجيع الدراسات حول الحضارة العربية والإسلامية لأسباب سياسية واقتصادية وخاصة بعد الطفرة النفطية.

٤- هجرة أساتذة من أصول عربية متخصصين في تاريخ الفلسفة والعلوم.

٥- تمويل بعض البلدان النفطية العربية لكراسي في جامعات أمريكية وأوروبية لتدريس هذه المادة مثل تمويل الكويت لكرسي في هارفارد لهذا الهدف، وكذلك إنشاء معهد للإسلاميات في فرنكفورت في ألمانيا لهذا الغرض.

هيّأ كل هذا مناخًا ملائمًا وإمكانيات جديدة، فظهرت مجموعات متخصصة باللغات الأوروبية، ومجلات متخصصة تصدرها كبار دور النشر مثل دار كامبردج الجامعية. ولكن علينا ألا نخطأ وأن ننبّه على شيئين: الأول أن هذا الاهتمام بالتراث العلمي العربي، مهما حسنت النية، هو اهتمام متواضع، فهذا التراث ليس بتراثهم المباشر، ومن ثم سيظل هامشيًا في دراستهم، وما يقومون به في هذا المجال لن يذهب بعيداً ولن يفي بالغرض. الأمر الثاني أن هذا الاهتمام بدأ يقل الآن ويتحول إلى دراسات أخرى مثل التراث الصيني والياباني ... الخ، ولعل أحد أسباب هذا التحول هو الضعف الاستراتيجي للبدان العربية في الآونة الأخيرة.

هذا بإيجاز شديد وضع التراث العلمي العربي اليوم. فالبحث فيه لا زال في بداية الطريق، ولا نعرف منه وعنه إلا اليسير المتواضع. فلم يحقق من نصوصه تحقيقًا علميًا متأنيًا إلا ما يُعد على أصابع اليدين، ولم تدرس من حقوله دراسة موضوعية ناقدة إلا بعضها. وهذه الدراسة لا زالت تهتم بأئمة التراث فقط. أما عن علاقة هذا التراث بالمجتمع الذي نشأ فيه وبالمدينة الإسلامية التي ترعرع فيها، فلا نعرف عنها ما يغني من جوع، أما عن العلاقات بين فروعه المختلفة، مثل علاقة الرياضيات بعلوم اللغة والفقه، وعلاقة الطبيعيات بعلم الكلام وعلاقة الطب بالفلسفة وهكذا دواليك فلا زالت في قيد المجهول. فدراسة التراث العلمي لا زالت على الشاطئ ولم تدخل البحر بعد. أما عن دور مؤسسات البلدان العربية في دراسة هذا التراث العلمي فلا زال متواضعًا، بل لا يمكن الحديث عن مدرسة عربية في

البحث في التراث العلمي العربي، رغم وجود بعض الدراسات القيّمة مثل ما قام به مصطفى نظيف في أربعينيات القرن الماضي. أضف إلى هذا قلة معرفة من يتكلمون عن التراث القومي بالتراث العلمي وعدم اهتمامهم به. هذا الوضع لن يتغير حسب ظني إلا إذا أنشأ مركز بحثي هام على أعلى مستوى علمي في إحدى البلدان العربية يهيأ له خصيصاً مجموعة هامة من الباحثين الأكفاء المكونين علمياً وتاريخياً ولغوياً، وعلى شرط أن يكون هذا المركز على صلة مستديمة بمراكز البحث العلمي النشطة في أنحاء العالم. أما الشرط الثاني وهو لا يقل أهمية، فهو سلامة نقطة البدأ، أيّ تصور العلم العربي نفسه. فندع التصورات التقليدية جانبًا وبلا رجعة. ويبدو لي أن هذا لن يحدث إلا عندما يصبح العلم والبحث العلمي قيمة اجتماعية في البلدان العربية والإسلامية، وعندما ينطر للتراث - كل التراث - نظرة عقلية موضوعية، ولن يتم هذا إلا مع مشروع حضاري نهضوي. وحتى يلوح هذا المشروع في الأفق علينا العمل.

نشر مركز دراسات الوحدة العربية مشكوراً ترجمات لعدة كتب لي في تاريخ الرياضيات والعلوم العربية. وهذا الكتاب يختلف عن تلك الأبحاث، فالغرض منه ليس التأريخ الكامل والمتواصل لهذا العلم أو ذاك، فهذا في متناول القارئ في الكتب المذكورة، ولكنه يتضمن محاضرات ودروس ألقيت باللغة العربية هنا وهناك أو كتبت بلغة أخرى ثم ترجمت إلى العربية وألقيت بها. كان الهدف من هذه المحاضرات هو إثارة بعض الأسئلة المنهجية التي تعرض لكل من يكتب عن التراث العلمي والفلسفي العربي، بل لكل من يكتب عن التراث عامة، هذا التراث الذي كتبه بالعربية علماء وفلاسفة ينتمون إلى أمم متعددة وديانات مختلفة.

كان غرض هذه المحاضرات أيضًا إعطاء بعض الأمثلة لما يبدو لي أن يكون عليه مثل هذه الدراسات. فلا يمكن بحال الحديث عمّا يحلو للبعض بتسميته بـ«العقل العربي» بدون معرفة متمحصة ودقيقة بالتراث العلمي. فعندئذ سنعرف أن هناك «عقولاً» أو على الأصح «عقلانيات» تتابعت وتعددت خلال بحث جاد ومجدد دام عدة قرون على أيدي فحول من علماء وفلاسفة الإنسانية، ألّفوا كتبهم وأبحاثهم

بالعربية وعاشوا وعلموا في المدينة الإسلامية. فلا يمكن بحال فهم ما أتى به الكندي بدون معرفة ما ألّفه في علم المناظر الهندسية والرياضيات، ولا نستطيع كذلك إدراك ما قام به الفارابي بدون معرفة ما كان عليه علم الجبر في عصره. وكذلك حال الفلاسفة الآخرين مثل ابن سينا وابن رشد وغيرهما، وكذلك حال المتكلمين مثل النظّام وأبو هاشم الجبّائي، بل هذا أيضاً حال الفقهاء والمفسرين مثل فخر الدين الرازي ومعرفته بعلوم عصره ... الخ.

ودراسة هذا التراث لا تهدف إلى الرجوع إلى الماضي للتغني والتفاخر به، فهي ككل دراسة تاريخة لا تستحق العناء إن لم تقودنا إلى التفكير في الحاضر وإقامته على أسس صلبة. فالغرض من هذه الدراسات هو المعرفة الموضوعية الدقيقة بذاكرة الأمة. فلا وجود لأمة فاقدة الذاكرة جاهلة بتكوينها. هذا ما يعلّمنا التاريخ، كما يعلّمنا أيضاً أن لا يمكن لتجديد أو بعث أن يقوم بدون هذه المعرفة. والعلوم الرياضية وغيرها من العلوم الطبيعية والإنسانية، وباختصار كل الممارسات العقلانية هي من أهم مكونات الذاكرة. ولن أبالغ إن قلت إن الأمة العربية - بل الأمة الإسلامية - هي في أمس الحاجة اليوم - وغداً - إلى المعرفة الموضوعية النقدية بهذه الذاكرة، خاصة لما أصاب هذه الأمة من وهن وتشتّت.

رشدي راشد

باريس ٢٠١٠



الفصل الأول



أولاً: تاريخ العلوم فيما بين الإبستيمولوجيا والتاريخ*

أيّ اختصاص معرفي هو تاريخ العلوم، هذا الاختصاص الذي ظل ينتسب منذ بدايته، باعتباره نشاطًا مستقلاً في القرن الثامن عشر، إلى الإبستيمولوجيا والتاريخ معًا؟ فلو فكرنا في أعمال كوندرسيه (Condorcet) سواء في «المخطط الإجمالي» (Esquisse) أم في «التقريظات الأكاديمية (Éloges académiques) أو فكرنا في أوغست كونت (Auguste Comte) وفي الدور الذي يوليه إلى تاريخ العلوم في «دروس في الفلسفة الوضعية» (Cours de philosophie positive)، وإذا اقتربنا أكثر من زماننا الحاضر ذاكرين على سبيل المثال ج. نيدام (J. Needham)، فإننا نطرح السؤل نفسه: هل يمثل تاريخ العلوم اختصاصًا معرفيًا حقًا وما هي بالتحديد منزلته بين الإبستيمولوجيا والتاريخ؟

أما الجزء الأول من السؤال (هل هو فعلاً اختصاص معرفي؟) فينحل بسرعة. إن تاريخ العلوم، كما يتبادر في كتابات المنتسبين إليه لا يمثل فنًا مختصًا، بل ميدان نشاط. إذ ينقصه مبدأ التوحّد الذي قد يمنحه القدرة والوسائل الكفيلة بتمييزه عن طريق الإقصاء: إن أي ميدان للممارسة لا يقصى، بل هو يتوسع توسعًا غير محدود وذلك بإضافات متواترة، إنه عنوان لمواضيع مختلفة ومتنافرة وليس فنًا مختصًا ذا تعريف إجرائي. لذلك تتجاور في تاريخ العلوم المذاهب المختلفة وتتعارض انطلاقًا من توجّهات واعتقادات يقصي بعضها بعضًا. فيرى البعض، وهم غالبية، أن تاريخ العلوم هو تاريخ للأفكار بالمعنى المعروف للعبارة أي تاريخ للعقليات. في حين يرى البعض الآخر، وهم أكثر صرامة وفطنة، أن تاريخ

* نقله إلى العربية حاتم الزغل.

العلوم هو تاريخ المفاهيم العلمية، تاريخ تكوّنها وتطوّرها وتعديلها. ويرى آخرون، وهم مؤرخون في أصل تكوينهم، أنه لا يبالي بالمفاهيم وبطبيعتها الخاصة، بل أن تاريخ العلوم قد يكون تاريخ إنتاج ثقافي على غرار تاريخ الرسم أو تاريخ الأديان. ولنذكر أيضًا أولئك الذين يجعلون منه ضربًا من علم النفس الاجتماعي للعلماء، وكذلك الذين يجعلون منه علم اجتماع ميداني على النحو الذي تطوّر عليه علم الاجتماع إثر الحرب العالمية الثانية بالولايات المتحدة على وجه الخصوص، أي علم اجتماع للجماعات والمخابر والمؤسسات. لم يكتمل هذا الثبت بعد، فهذا التنوّع يتزايد تزايداً لا تقتضيه ضرورة داخلية للبحث في تاريخ العلوم، بل بتأثير استيراد مستمر لرؤى ولمناهج العلوم الاجتماعية.

يبدو هذا التكاثر وكأنه هروب إلى الأمام قد يغني عن الإجابة عن الجزء الثاني من السؤال: ما هو موقع تاريخ العلوم فيما بين الإبستيمولوجيا والتاريخ؟ إلا أن هذا السؤال إن تركناه في الخفاء، يجبرنا - شئنا أم كرهنا - على الإفصاح عن موضوع تاريخ العلوم. كل الصعوبة، وهي ذات بال، تمثل في التعبير عن الشيء الذي يؤرّخ له بدون التحيّز إلى اختيار اعتباطي وبدون تسليط منهجية معيّنة، تجريبية كانت أو متعالية (transcendantale). لذلك، تجنّبًا لهذه الصعوبات، يبدو لي من الأنسب أن ننطلق «من الأشياء نفسها» كما يقال، أي من الأعمال العلمية ومن السنن التي تندرج ضمنها.

يتفق الجميع على أن كل عمل علمي ينتمي إلى سنّة واحدة على الأقل وفي كثير من الحالات إلى سنن عديدة - معروفة كانت أو غير معروفة - يتحدّد معناه بالنسبة إليها. يعني هذا أن الإبداعات الفردية تبقى غير مفهومة - مهما بدت ثورية - إن لم يقع إدراجها داخل السنن التي شهدت ولادتها. وإذا كان المقصود بـ«العمل العلمي» نتيجة مقرّرة وفقًا لمعايير البرهان الدقيقة ومثبتة في نص أو محققة في موضوع أو أداة ما، فإننا نعطي مؤقتًا لعبارة «السنة» المعنى العام والعادي الذي يتميز بعدم عزل العمل العلمي عن الجماعة التي ينتسب إليها العالم الذي بادر بتصوّره. فلنبدأ باعتبار معنى السنّة هذا.

يسلّم مؤرخو العلوم عن طواعية، ومهما كانت ولاءاتهم المذهبية أن إعادة تشكيل السنن العلمية هي واحدة من مهماتهم الجوهرية. إلا أن مسالكم نحو هذا الغرض مختلفة ومتشعبّة. وفعلاً، فإن جزءاً هاماً من الجدل الدائر حول المنهجية في تاريخ العلوم يحيل إلى هذا التنوّع في تصوّرات السنّة وطبيعتها. ويبدو المشروع لأول وهلة سهلاً ويكاد يكون فوريًا: أليست السُّنن معطاة بادية في الأسماء والعناوين والمؤسسات وفي شبكات تكفل تبادل المعلومات والأشخاص بين أقطاب ومراكز وبين مواقع وصيغ التعليم. تبدو السنن وكأنها يمكن التعرف عليها مباشرة: إذ يحدّث عن سنّة نظرية الأعداد الأقليدية، وعن سنّة الوازان (Wasan) الياباني، وعن سنّة المدرسة الجبرية الإيطالية في القرن السادس عشر، وعن الفيزياء الكوانطية الإنجليزية في العشرينات، أو عن الرياضيات البورباكية (mathématiques bourbakistes). لا شك أن هنالك بعض الحالات الاستثنائية، لكنها تؤكد القاعدة، أعني مثلاً السنّة - أو السّنن - الإسكندرانية التي تبلغ نهايتها في أعمال ديوفنطس التي نجهل مع ذلك كل شيء عنها. كيف لا يغترّ المؤرخ بوصف هذه الظواهر إذ هي بادية التميّز، أي الأشخاص والعناوين والمؤسسات؟ وتطغى فعلاً هذه النزعة على قسم هام من المدوّنات التاريخية التي تقدّم نفسها بتسميات مختلفة: تاريخ الأفكار، التاريخ الاجتماعي للعلوم، إلخ.

غير أنه يصعب على المرء حصر حكم السنة وتقريره إن لم يكتف بمجرّد الوصف المادي. فكيف يمكنه عزل السنة الواحدة وكيف يعيّن لها بداية ونهاية، وكيف يرسم حدودها بدون إجراء قطيعة تعسفية في جملة التاريخ الحيّ ذي الحركية اللامحدودة؟ وماذا يمكن لوحدة السنّة أن تؤسسه إذا كانت هذه السنة تتطوّر بمرور الزمن؟ ثم، لِمَ تنشأ السنّة، ولِمَ تنتهي؟ وإلى أي نظام يخضع وجودها؟ يبدو أنه لا توجد أجوبة قَبْلية على هذه الأسئلة.

مع ذلك، فإن المؤرخ لا يكون عند مجرد الوصف إلا في بداية عناءه. فما أن يشرع في عملية إعادة تشكيل السنّة العلمية حتى يتبدّد وهمه: تتلاشى

السهولة البادية ويتجلى عجز المعطيات المادية - من أسماء وعناوين إلخ - على رسم حدود السنّة مع السيطرة على تشعباتها.

لنحاول توضيح ذلك بوصف المراحل التي ترسم عملاً ما في تاريخ العلوم. يتعيّن على المؤرخ في مرحلة أولى أن يقدّم العمل العلمي - قانون رياضي، نتيجة فيزيائية، رصد فلكي أو تجربة بيوكيميائية إلخ ... - في وجوده المادي: يجب عليه أن يفحص الرسوم، والنقائش، والبرديات والنصوص المخطوطة منها والمطبوعة، ويجب عليه أن يكرر التجارب ويعيد تشكيل الأشياء إذا اقتضى الأمر. تساهم كل هذه الإجراءات في إعادة بناء السنة النصية أولاً ثم السنة التقنية...، وبعبارة مجملة في إعادة بناء السنة «الشيئية». ومع أن هذا البحث لا يستقل تمامًا في العديد من الحالات عن مضمون العلم العلمي نفسه، فإنه يتطلب خبرات مختلفة عن المعرفة العلمية، تلك الخبرات التي تنتسب إلى اختصاصات تاريخية مختلفة كعلم الآثار، وعلم النصوص القديمة (codicologie) وعلم المخطوطات وفقه اللغة وتاريخ التقنيات، إلخ.

إن هذا المستوى من التحليل ضروري لكنه غير كاف، إذ تبقى إعادة البناء هذه بعيدة عن استنفاد العمل العلمي ولا تطلعنا إلا على أصالته النصية والتقنية وكذلك على شبكات المسالك التي ينتقل عبرها والسياق الاجتماعي الذي صمّم وركّب داخله. كل هذه العناصر هامة بلا شك، لكنها لا توضّح لنا موقع العمل العلمي داخل العلم الذي ينتمي إليه. والأخطر من ذلك أننا نبقى في هذه المرحلة غير قادرين على إدراك التباينات التي قد تطبع عمل العالم الواحد. ترسيخا لهذه الملاحظات، لنعتبر على سبيل المثال عمل فرما (Fermat) في نظرية الأعداد. فقد أعاد كل من ب. تانري (P. Tannery) وش. هنري (Ch. Henry) تركيب السنّة النصيّة لهذا العمل وكذلك شبكات التبادل التي انعقدت حوله وبوسع المرء تدقيق البحوث حول ظرفها الاجتماعي وتكثيفها. لكن موقع فرما داخل نظرية الأعداد لم يحدّد بعد. هل هو عمل جبري ينتسب إلى سنّة فيات (Viète) في نظرية الأعداد مثلاً؟ أم هو عمل قد تنزّل لاحقًا في الهندسة الجبرية كما يؤكد أ. فايل (.A

(Weil)؟ أم هو مجرّد نظرية حسابية أولية؟ لقد سبق أن توصلت إلى بيان أن أعمال فرما ليست من متن واحد إذ كان يشقها - حوالى سنة ١٦٤٠ - خط تصدّع بين جزءين. فهنالك جزء من أعمال فرما ينتمي فعلاً إلى سنّة الجبريين، في حين يندرج جزء آخر داخل التحليل الديوفنطسي الصحيح (نسبةً إلى الأعداد الصحيحة). يقتضي فهم فرما الأرثماطيقي تصورين للرياضيات لا تصوراً واحداً، أي سنتين مفهومتين، ترجع الأولى إلى الجبريين مروراً بباشي دي ميزيرياك (Bachet de Méziriac)، أما السنّة الثانية، فإنها تجدّد - على أعقاب أعمال لرياضيين مثل الخازن التي تناولها من جديد فيبوناشي (Fibonacci) في كتابه *Liber quadratorum* - نظرية الأعداد بفضل أول اختراع لطريقة أرثماطيقية في البرهان هي طريقة «النزول اللامتناهي». فإذا رمنا تحديد الموقع التاريخي لعمل فرما في نظرية الأعداد، فإننا مضطرون إلى الانتقال إلى مستوى آخر للتحليل وأن نلتزم هذه المرة بإعادة تشكيل السنّة المفهومية. إن مثال فرما بعيد عن أن يكون شاذّاً، بل يبدو الأكثر شيوعاً، سيما في ما يخص العلماء الذين استطاعوا تغيير مجرى العلم الذي ينشطون فيه. فلنقتصر على ذكر بعض الأمثلة القديمة من العلم الفرنسي: ديكارت (Descartes) وتمييزه الخصب داخل الهندسة الجبرية بين «المنحنيات الهندسية» و«المنحنيات الميكانيكية»، وكذلك أمبار (Ampère) في الفيزياء لمّا عدل عن تفسير الكهر مغناطيسية بالاعتماد على المغنطيسية مفضلاً النهج المعاكس، لنذكر أيضاً فرنل (Fresnel) لما دافع على ضرورة الارتجاجات المستعرضة أي المتعامدة مع الشعاع، مخالفًا في ذلك التصوّر السائد. لا يحق لمؤرخ العلوم باعتباره مؤرخا أن يستغني عن إعادة بناء السنّة أو السنن المفهومية، أي عن هذا العمل الإبستيمولوجي.

تتصدّى هذه المسيرة عوائق أخرى تجد منشأها في جدلية قائمة بين كثرة متنامية واستقرار أساسي. هناك نتيجة عامة تفرض نفسها بعد دراسة العديد من السنن، وهي أنه لا يمكن تفسير عمل علمي ذي بال في حدود سنّة مفهومية واحدة حتى لو كانت تلك السنّة هي التي كان فيها لذلك العمل أكبر إسهام. ومن جهة

أخرى فإن السنّة المفهومية التي تعدّ ذات قيمة هي التي تتميّز بضرب من الاستقرار مهما تنوّع المؤلفون ومهما تنوّعت إسهاماتهم فيها. تبدو مسيرة السنّة المفهومية خاضعة لضرورتين فيهما مفارقة قليلة. فهنالك ضرورة استنفاذ كل الإمكانات المنطقية التي يتيحها نمط معيّن ومقرّر من العقلانية من ناحية، ثم هناك ضرورة إصلاح تلك العقلانية ووسائلها قصد استيعاب ظواهر جديدة لا يمكن فهمها في نطاق تلك العقلانية وبتلك الوسائل. لتمثيل ذلك يكفينا التمعّن في السنّة الأرشميدسية في رياضيات لامتناهي الصغر أو في السنّة الأقليديسية في نظرية التوازيات، إلخ... لكن إضافة إلى هذه العوائق، فإنه يجب اعتبار مسألة «الأسلوب» العلمي الذي يميّز سنّة ما ويختم هويتها خلف الكثرة وبعيداً عن تنوّع الصيغ والتغييرات التي تحدّد شكلها، إن هذا الأسلوب لا يعكس العقلانية المهيمنة فحسب، بل يعكس أيضًا إجراءات العرض الخطابية من حيث اللغة المعتمدة وأدوات الترميز والرسوم البيانية، إلخ ... وتكمن الصعوبة كلها في عزل هذا «الأسلوب»، وعزله هذا هو الذي يمكننا من وضع العمل العلمي - فردياً كان أو جماعيًا - في سياقه، ومن ثمة التعبير عن معناه. يبدو أنه لا يمكن تجنّب هذا النهج الفينومينولوجي لمن يروم تولية السنّة المفهومية دورها الترتيبي الذي به يمكن إيضاح ترابط الأعمال الناسجة لها.

تبدو عبارتا «السنة الشيئية» - التي تكون السنّة النصية جزءاً منها - و«السنّة المفهومية» ترجمات ملموسة لمسألة موقع تاريخ العلوم فيما بين التاريخ الاجتماعي والإبستيمولوجيا. فباعتباره عنصراً من سنّة «شيئية» يكون الإنجاز العلمي إنتاجًا ماديًا وثقافيًا، أي إنتاجًا لأناس معينين في مكان وزمان محددين. ويتعيّن على المؤرخ البحث عن الشروط الاجتماعية والمادية لهذا الإنتاج وفقًا لما نصح به ماركس (Marx). لكن من وجهة اعتباره جزءاً من السنّة المفهومية، فإن الإنجاز العلمي يتطلب أيضًا تحليلاً لبنيته المفهومية من شأنه أن يجلي معناه، بحيث يمكن معناه هذا من تحديد فكرة السنّة ذاتها: إن هذه الصياغة الجديدة للسؤال الذي طرحناه بدئيًا قد تنقص بعض الشيء من ثرائه، لكنها في المقابل تجنبنا

عقبتين؛ فهي تجنبنا تقليص تاريخ العلوم إلى تحليل إبستيمولوجي محض - وهو ما يحدث لعديد الباحثين البارزين المعاصرين - أو إلى فلسفة للتاريخ على غرار فلسفة أوغست كونت. أما العقبة الثانية، فتتمثل في خطر التباس تاريخ العلوم بتاريخ أي مجال ثقافي اتّفق وهو التباس شائع بين المؤرخين. لكن الصعوبة تبقى برمتها إن لم نحدّد بمزيد من الدقة معنى السنّة المفهومية التي ينتمي إليها إنجاز علمي ما. هل يفهم هذا السؤال الأخير بنفس المعنى بالنسبة إلى كل الاختصاصات العلمية؟ وهل ينتمي الإنجاز العلمي إلى سنة مفهومية واحدة أم إلى سنن كثيرة؟ هذه الأسئلة وغيرها تطرح نفسها فورياً وتؤدينا حتما إلى التساؤل عن معنى الإنجاز العلمي هذا وعمّا يميّزه من سائر الإنتاجات الاجتماعية للإنجازات الثقافية؟

ليس من النادر أن يجيب الفيلسوف عن هذا السؤال بالرجوع إلى تصوّر ما لليقين والبرهان. لنترك هذا السبيل الذي قد يبدو عقائدياً وإن كان في الحقيقة تام المشروعية. كذلك، كثيراً ما يستنجد المؤرخ برأي العالم الذي يعني به لتحديد الملامح المميّزة لعمل علمي ما. فربّما يجيب تاريخياً عن سؤاله المعرفي، في حين أن الجواب الذي تسلّمه من العالم لا يكون إلا إيديولوجيا. أخيراً، قد يواجه مؤرخ العلوم المتمعن هذا السؤال بتقديم ضربين من التمييز: تاريخي ومعرفي. يفصل التمييز الأول بين نحوين من المعرفة، فيحدّ العمل العلمي بأن يميّزه من عمل ينتمي إلى ما قبل العلم. أما التمييز الثاني وهو أقل قوّة، فيتمثل في عزل صيغ عديدة للعمل العلمي الواحد. ويساعد على فهم تلك المسيرة التراكمية الضرورية والكلية كما يساعد على فهم السمات الخاصة بالعلم. المثال المفضل الذي يستشهد به عادة للتمييز الأول هو مثال جاليليو (Galilée) في الميكانيك. أما التمييز الثاني، فيكفي التذكير بالأمثلة الكثيرة التي تشخصه: لوباج (Lebesgue) في نظرية التكامل وكلموجروف (Kolmogorov) في نظرية الاحتمالات، إلخ ... من الواضح أن هذين التمييزين يرميان على السواء إلى تفسير ظهور الصيغ الجديدة للأعمال العلمية، إلا أن التمييز الأول يبدو «إبداعياً» ويعني بالصيغ الأولية على الإطلاق، في حين أن التمييز الثاني «تطوّري» إذ يتناول بالبحث الصيغ الجديدة انطلاقًا من

الصيغ القديمة. لنتمعن في التمييز الأول إذ هو بالغ الأهمية بالنسبة إلى ما نحن بصدده.

يُعرض التمييز بين ما قبل العلمي والعلمي كما لو كان تمييزاً قطعياً يخضع له تاريخ العلوم بكليته. ويفهم هذا التقابل دائمًا بمعنى تاريخي ومنطقي معًا. أي أن ما قبل العلمي يسبق دائماً منطقيًا وتاريخيًا ما هو علمي. وبمقتضى هذا التصوّر يزعم البعض أن القطيعة الحاسمة بينهما قد تمّت جوهرياً في القرن السابع عشر. فهذا التقابل من شأنه أن يمكّن من تمييز العمل العلمي عن كل عمل آخر يدّعي البحث في نفس الموضوع. لا يتأخر المتمعن عن قرب عن إسناد جانب من الصحة إلى هذا التمييز وإن كانت العلاقات بين ما قبل العلمي والعلمي أكثر تنوّعًا وتعقيداً على الصعيدين المنطقي والتاريخي. لنبدأ بإبعاد الرياضيات من هذا التقابل الإقصائي. السبب في ذلك عرضي إذ لم يبلغنا أي شيء مما هو «قبل رياضي» بل أن العناصر التي هي من هذا القبيل أي التي هي من طبيعة قبل رياضية تنتمي بذاتها إلى الرياضيات: اللامنقسمات (في القرن السابع عشر)، الاعتبارات المتعلقة بمعنى النهاية في القرن الثامن عشر، النظريات الموضوعية والذاتية في الاحتمال والتي سبقت النظرية الافتراضية، إلخ ... أما في الاختصاصات العلمية الأخرى فإن عبارة «ما قبل العلمي» تبدو مشتملة على الأقل على أربعة اتجاهات معرفية: ينعت بهذه العبارة وعلى السواء كل من فيزياء أرسطو ونظريات القرن الثامن عشر في العقد الاجتماعي والداروينية الاجتماعية للقرن التالي والفيزياء الاجتماعية لكتلاي (Quetelet)، وعلم المناظر لأقليدس (Euclide) ونظرية الحدّية لجوفنس (Jevons) أو فلراس (Walras) أو باريتو (Pareto)، وكذلك النموذج المدفعي (دراسة سقوط قذائف المدافع) لترتاليا (Tartaglia) ونظرية «الإنسان الناخب» (homo suffragens) لكوندرسيه (Condorcet)، ونظرية «الإنسان البرنولي» (homo bernouillien) عند علماء الاقتصاد.

تبين هذه الأمثلة بوضوح تام أن لعبارة «ما قبل العلمي» أحكام متنوعة إذ لا يمكن ولا يجوز أن يلتبس أمر الحقائق المشار إليها بهذه العبارة فتدرج تحت

عنوان واحد. فإذا نعتت فيزياء أرسطو ونظرية العقد الاجتماعي بما قبل العلمية فبمعنى أن كلتيهما نظرية تخص تجربة معاشة - تجربة حركة النقلة أو تجربة الاقتراع في مجلس ما - ويعتقد أنها نسقية ومنسجمة. أما الداروينية الاجتماعية والفيزياء الاجتماعية، فينعتان بقبل العلمية، بمعنى أن كليهما يمثل علماً ألحق بميدان مغاير لميدانه الأصلي. وتنعت مناظر أقليدس والإسهامات الحدّية (في الاقتصاد) بما قبل العلمية بمعنى المعرفة «الخالصة» الناتجة من تطبيق مباشر للرياضيات على نظريات تخصّ التجربة المعاشة: تجربة الإبصار المباشر وتجربة توزيع الخيرات. أخيراً تنعت بما قبل العلمية نماذج ترتاليا في «المدفعية» وكوندرسيه في العلوم الاجتماعية أو فون نيومان (Von Newman) في الاقتصاد باعتبارها تطبيقات غير مباشرة للرياضيات على نظرية عن التجربة المعاشة بحيث يكون هذا التطبيق معتمداً على قياس مع اختصاص ثالث ذي تريض فعلي أو مزعوم.

يتضح أن المعارف ما قبل العلمية ليست متعدّدة فحسب، بل أن جلها مرتبط بعلوم أخرى لها موضوعات مغايرة لموضوعاتها. يلزم من ذلك نتيجتان: الأولى هي ضرورة اختلاف معايير الإنجاز العلمي عن كل معايير هذه الأعمال القبل العلمية. أما النتيجة الثانية، فتتمثل في تصدّع معنى السنّة على صعيدي نظام التزامن ونظام التعاقب.

لنبدأ بفحص مسألة المعايير، إذ تمنع هذه المعايير من تناول موضوع العلم لا كموضوع ما قبل العلم فحسب، بل كموضوع أي إنتاج ثقافي آخر. لقد رأينا أن المعرفة ما قبل العلمية ترتبط دوماً بتجربة معاشة وبالتالي بتجربة خاصة، ومع ذلك فإنه ينبغي ألاّ ننسى فهم هذا الارتباط. فالنظرية أو الفلسفة إذا كانت مبلورة فإنها لا تقتصر على التعبير عن مضمون التجربة بطريقة مباشرة ولا تجري تطابقاً مباشراً بين مفهوم وحدث أو بين حكم ومعطى ما، بل التطابق الذي تجريه هو بين حكم وحكم آخر، أي بين علاقتين بين المفاهيم، وبهذا الاعتبار يمكن القول إن معطيات التجربة المعاشة تخضع لتوسّط حلّ أدواته عند أصحاب هذه النظريات هي التنسيق اللغوي وضبط المفردات المعجمية.

يعني هذا أن معطيات التجربة المعاشة لا تمثل إلا نقطة انطلاق وأن إخضاعها إلى التوسّط ضروري لإنشاء النظرية. لنذكّر في هذا الصدد أن النظرية الأرسطية في الحركة لا تتكوّن بتاتاً من قضايا ترتبط مباشرة بالتجربة الحسية لحركة النقلة، بل هي تتكوّن من القضايا التي تخصّ تطابق «فعل ما هو بالقوة من حيث كذلك» مع القضايا المتعلقة «بالطبائع المحدّدة» وبالنظام الكسمولوجي، كذلك هو شأن نظرية ح. ج. روسو في العقد الاجتماعي. هذه النظرية لا تخص التجربة المعاشة لعملية الاقتراع، بل هي تربط تصوّراً ما للعقد الاجتماعي بتصوّر للاقتراع من حيث هو تعبير عن الإرادة العامة. بفضل هذا التوسّط والتعالي الذي يضمنه بالنسبة إلى المعطيات (أي معطيات التجربة المعاشة)، يمكن إدراج معيار الاتساق، ذلك الاتساق الصارم كما ينشده الفيلسوف وهو اتساق يحيل في آن واحد إلى المتانة المنطقية وإلى إحكام البنية المفهومية.

يجب أن نضيف إلى هذا التوسّط وإلى هذا البحث عن المتانة المنطقية والإحكام البنيوي معياراً آخر بمراعاته تستطيع نظرية التجربة المعاشة إحراز تقدّم. ويتمثل هذا المعيار في التعديلات المتتالية التي تهدف إلى استنفاد معطيات تجربة ما خاصة واستيعابها في عرض مطرد الاتساق. لنذكر على سبيل المثال التعديلات التي أدخلها القائلون بنظرية الميل أو الاعتماد على المذهب الأرسطي في الحركة. وباختصار، فإن الوساطة والتعالي والمتانة المنطقية والإحكام البنيوي والتطوّر عن طريق التعديلات المتتالية، كل هذه تمثل معايير المعرفة الناتجة من فينومينولوجيا تهدف إلى احتواء أحداث ما - كما هو شأن نظرية أرسطو أو ج. ج. روسو - أو المعرفة الناتجة من استيلاء على فينومينولوجيا أعدت في البداية لمجال مغاير لهذا المجال مثل ما هو شأن الفيزياء أو الداروينية الاجتماعيتين.

هناك نموذج أول لتطبيق الرياضيات على نظرية التجربة المعاشة يتمثل في العزم على استبدال مباشر وتام لمعانيها بالعلاقات الرياضيات مثل ما يقع في علم المناظر عند أقليدس أو في حدّية فلراس (Walras). والرياضيات في هذه الحالة لا تعدو كونها لغة.

أما النموذج الثاني لتطبيق الرياضيات فإنه يخضع عملية الاستبدال لوساطة علم ثالث هو تحت سيطرة للرياضيات فعلية أو مزعومة. فيعمد إلى إجراء قياس بين العلمين كوسيلة لترييض نظرية التجربة ذاتها. وهذه الطريقة هي طريقة النماذج.

المعارف ما قبل العلمية هي إذن متعدّدة، وهي أيضًا متفاوتة القيمة. فمع أنها تنطلق كلها من نظرية ما في التجربة المعاشة، ومع كونها تخضع إلى المعايير نفسها التي سبق عرضها، فإن أهدافها مختلفة وكذلك قدراتها التفسيرية ودرجة رقابتها لتركيبها اللغوي ولتقنيتها. لذلك، لا يمكن أن تكون لهذه المعارف نفس العلاقات مع العلم المقبل. صحيح أن العلم المقبل إنما يتكون في تضاد وبقطيعة معها وهذا ما قيل مراراً. لكن القطيعة لا يكون لها في كل الحالات نفس المدى. فمع أن القطيعة مع نظرية التجربة ومع معاييرها تحدث دائمًا في العمق، فإنها تسلك سبلاً لا تفتأ عن التباعد. هكذا كان شأن علم المناظر مع ابن الهيثم. فإن قطيعته مع نظريات سابقيه تتمثل في فصل شروط انتشار الضوء عن شروط الرؤية، بحيث لا يؤخذ بعين الاعتبار في خصوص الأولى إلا أشياء مادية - «أصغر أجزاء الضوء» - لا تحمل من الصفات إلا التي تخضع إلى رقابة هندسية وتجريبية تاركة جانبًا الكيفيات الحسية باستثناء تلك المتعلقة بالطاقة. ومع عمق هذه القطيعة - إذ مكنت مع إدراج ضرب جديد من البرهان في علم المناظر وفي العلم الطبيعي - فإنها لم تحصل بنفس الحال مع مناظر أقليدس ولا مع نظرية الإبصار الأرسطية. كذلك كان الشأن في الميكانيكا. فجاليليو كان أوّل من استطاع التمييز داخل نظريات الحركة بين ما هو عائد إلى علم الحركة (cinématique) وما يعود إلى الديناميكا. بحيث لا يؤخذ بعين الاعتبار إلا العلاقات بين أوضاع الأشياء المادية عبر الزمان. فلم تعد تكتسي إلا صفات يمكن مراقبتها هندسياً وتجريبيًا إذ أقصيت كل الصفات الحسية ما عدا صفة مقاومة الحركة. لم يكن حسم هذه القطيعة العميقة مع النظرية الأرسطية كما كان حسمها - أي بالعنوان نفسه - مع نظرية الميل أو الاعتماد أو مع نظريات حُسّاب أكسفورد وباريس أو مع نماذج القوهي وترتاليا.

لا يفرض تنوّع العلاقات مع العلم المقبل على الباحث الإبستيمولوجي أن يميّز بين السنن المفهومية للمعارف ما قبل العلمية فحسب، بل يمنحه ما هو أهم من ذلك: وسائل تنظيمها وترتيبها. وبهذه الإمكانية تختص الأعمال ما قبل العلمية وتمتاز عن سائر الإنجازات الثقافية الأخرى التي تتاح دراستها للمؤرخ. بعبارة أخرى، فإن العلم المقبل يملي مبدأ تنظيم هو - بمعنى مجازي ما - تصوّر لمسافة يساعد على تحديد مواقع المعارف ما قبل العلمية. لكن هذا الامتياز ليس مفروضاً على المؤرخ رغما عنه، بل لفائدته. لأن التمييز بين هذه السنن المفهومية يمكّنه من التعرف على السنن النصية والتقنية المؤسسة لها والمعطاة غالبًا في ركام من المعطيات عديم البنيات. فيكون المؤرخ عندئذٍ قادراً على طرح كل الأسئلة التاريخية والاجتماعية اللازمة لفهم تكوّن تلك السنن وتطوّرها ولفهم تفاعل مختلف العوامل الاجتماعية والإيديولوجية التي ضمنت استقرار صيغها.

تتم القطيعة مع نظريات التجربة المعاشة - ومع معايير تطويرها في آن واحد- بفضل تصوّر لموضوع يحتوي على قانون للإجراء العملي وللحكم. فلا تكون المعرفة الناتجة (من القطيعة) متضمّنة لقوة تراكمية فحسب، بل إنها لا تحقق فعليا التراكم إلا بفضل تعديل مستمر لكيفية فهمها. وتبرز الصيغ الجديدة أثناء عمليات التعديل هذا. فإذا فكرنا بمفاهيم جاهزة سلفًا، فإنه يمكن القول إن الانفصالات والاتصالات مرسومة بعضها في بعض. وقد تسمّى أحيانًا هذه القطيعة «ثورات» إشارة إلى الانتقال من نظرية إلى أخرى، من ميكانيك جاليليو ونيوتن إلى النسبية الخاصة، ومن هذه مع الكهردينامية والدينامية الحرارية المتصلة إلى نظرية الكوانطا (théorie des quanta). ما يقصد هنا هو ظهور صيغ جديدة للعمل نفسه تعيد في كل مرة تحديد موضوعه، لكن بدون استبداله بموضوع آخر مغاير كما كان حال المعرفة ما قبل العلمية. تبدو الصيغة القديمة في هذا التتالي المتقطع وكأنها حالة تقريبية من الصيغة الجديدة يمكن التعبير عنها بلغة هذه الأخيرة، بحيث يكون الجديد هو الذي يعطي علّة وشروط صحة القديم، فلا يلغي ظهور الصيغ الجديدة الصيغ القديمة بل يصححها ويحتويها. حسب هذه الشروط، يتغيّر جذرياً معنى السنة المفهومية

وأحسن دليل على ذلك هو أسلوب موتها: تموت السنن ما قبل العلم اغتيالاً. أما السنن العلمية، فإنها تتوفى لنفاد إمكانياتها الذاتية. يبيّن هذا الفارق - الحاسم في نظري - أن المسائل والإشكاليات التي تصدّرت ميلاد السنن المفهومية هي داخلية في العلم، أو على الأقل إنها مسائل وإشكاليات أمكن صياغتها كاملاً في لغة العلم. هكذا فإن كل سنّة تقدر على التكلّم في لغة السنّة الأخرى وكلها قابلة إلى أن تترجم في لغة ورثتها البعيدين. فيمكن مثلاً ترجمة لغة سنّة ابن الهيثم في علم المناظر إلى لغة السنّة النيوتونية، في حين يمتنع ذلك بالنسبة إلى مناظر أقليدس، ويمكن أيضًا أن نترجم سنّتي ابن الهيثم ونيوتن في لغة سنّة فرنل (Fresnel). ولا تقتصر هذه الترجمة على صعيد نظام التعاقب، أي على الترجمة في لغة العلم المنتصر، بل يمكن إجراؤها على صعيد نظام التزامن. لنذكر في هذا الصدد مثالين لسنّتين متعاصرتين ومتنافستين وهما السنّة التي ابتكرها نيوتن لحساب السرعة اللامتناهية الصغرى وسنّة الحساب التفاضلي لليبنتز (Leibniz). وعلى الرغم من الجدال الذي دار بينهما وعلى الرغم من اختلاف أسلوبيهما - هندسي من جهة وألغوريتمي من الجهة الأخرى - فإن كل واحد منهما يستطيع التكلم بلغة الآخر، وكلاهما قابل للترجمة في لغة التحليل النمطية. إن هذه السمة الأساسية ليست خاصة بالرياضيات فقط، بل تشترك فيها كل المعارف العلمية بما فيها المعارف ذات المواضيع الفينومينوتقنية حسب عبارة باشلار (Bachelard).

بفضل ضرب من الاكتمال الإبستيمولوجي المميّز للعلم، ينعتق معنى السنّة المفهومية من السنّة «الشيئية» أكثر مما يتحرّر في المعرفة القبل علمية، إذ لا يتقلص دور العناصر الخارجية فحسب، بل أكثر من ذلك، فإن هذا الدور يصير خاضعًا لرقابة عند تكوين النماذج النظرية وعند البرهنة على صحتها. إن الرقابة اللغوية والتقنية لواقية من الآلهة المتخفية.

لكن هذا الاستقلال لا ينقص شيئًا من دور السنّة «الشيئية» بل العكس. فإن كانت السنّة المفهومية تعرّفنا بدقة عن المكونات الزمنية والبشرية للسنّة «الشيئية»، فإن إقرار هذه الأخيرة قد يتطلب أعمالاً من شأنها أن تفسّر تكوّن

مجموعة العلماء وطرق تعلّمهم واختيارهم للميادين التي يريدون تطويرها وإيقاع هذا التطوير... أي كل العناصر المادية والاجتماعية التي نصبت إطار السنّة المفهومية التي من شأنها أن توضح إيقاعاتها وانتشارها، إلخ ... ولكنها مع ذلك لا تفسّر بتاتا أنظمة المفاهيم وبراهين صحتها. إن اختيار ميادين البحث وتحديد أولويات الاستثمار وتكوين العلماء وتعدد كفاءاتهم وترتيب طبقاتهم، وكذلك الإيديولوجيات الاجتماعية والعلمية على السواء، كل هذه العناصر هي بلا شك من بين العوامل التي قد تفسّر ما يحدث من مناظرات بين العلماء عندما لا تكون الظواهر كاملة التحديد، وعندما لا تكون البراهين صارمة الأداء. وقد تفسّر تلك العوامل النزاعات التأويلية التي ترافق دائمًا التحوّل إلى مرحلة التطبيق والتطوّر المتفاوت للاختصاصات، إلخ ... لكنها لا تخبرنا عن تكوّن النماذج النظرية الصحيحة إذ تعود هذه المهمة فيما يبدو إلى تاريخ العلوم وعلى تحديدها يتوّقف نجاحه في تكوين تخصص حقيقي. أما الأعمال المتعلقة بالسنّة «الشيئية» والتي لا يمكن للمؤرخ الاستغناء عنها، فهي مع ذلك تنتمي إلى اختصاصات أخرى لها معاييرها المغايرة وهي متراوحة بين علم الآثار وعلم النفس الاجتماعي مروراً بعلم المخطوطات أو علم الاقتصاد وغيرها. إن الفروق بين السنّة الشيئية والسنّة المفهومية لا تحيل إلى اختلاف المواضيع والمناهج فحسب، بل تتجدّر بعمق أكثر في طبيعة الضرورة الخاصة بكل واحد منهما. ولعل هذا هو الموقع الذي تنبع منه كل الخلافات والنزاعات، أن - باستعمال عبارة جاهزة - القطيعة بين «اتباع النظر الداخلي» و«اتباع النظر الخارجي»، أو بين اتباع «التاريخ الاجتماعي» ومؤرخي العلوم. وفعلاً فإن السنّة الشيئية تعالج - بعبارة مختصرة - أفعالنا التي من حيث هي مركبات نفسية واجتماعية وتاريخية هي موجودات الآن وهنا، أي ظواهر عرضية، فإن ظواهر مثل تكوين أكاديميات، وكيفية العمل لمركز بحث هام، ونظام العمل في مخبر ما، وأنحاء نقل المعرفة وطبيعة الحامل المادي لنصها، ورصد الموارد والانتماء الاجتماعي لعالم ما وملامحه النفسية، إلخ... كل هذه ظواهر عرضية قد يعثر فيها علم النفس وعلم الاجتماع وعلم الاقتصاد على ضرب من الضرورة، لكن

لا توجد أية ضرورة لعلاقاتها بالظواهر العلمية. وبالمقابل فإنه إن أمكن التعرّف على هذه الظواهر العلمية فلأنها ضرورية، كما هو الحال في قانون رياضي ما أو قانون فيزيائي. لهذا لا تكون الظاهرة الشيئية صادقة أو كاذبة خلافًا للظاهرة المفهومية حيث تكون الضرورة معياراً للصدق. من هنا نفهم أن كل توجّه إجمالي هو توّجه محكوم عليه مسبقًا بالفشل النظري. إن الاتجاه الشائع والساذج بتعميم التاريخ الاجتماعي على السنّة المفهومية لهو شبيه كالتوأم بالطموح في تعميم علم النفس على المنطق. فقد أدى هذا الطموح في الماضي القريب إلى «السيكولوجية» (psychologisme) الشهيرة التي أثارت صواعق فلاسفة مثل كانط (Kant) وهوسرل (Husserl) وكافاياس (Cavaillès) ولن يلبث هذا الاتجاه إلى أن يؤدي بدوره إلى «التاريخية» (l'historicisme) وهي أوثق سبيل إلى اللامعقولية. زد على ذلك أن أطروحة شمولية التاريخ الاجتماعي هي أطروحة لا تحصّن حتى ذاتها إذ أن مآلها إن تصير بدورها من قبيل العرض فتنغلق عندئذٍ الدائرة المفرغة. من جهة أخرى فإن إمكانية هذا الشمول تقتضي إخراج قيمة الصدق والتمييز بين الصادق والخاطئ من العلم نفسه. وفي المقابل، يؤدي تعميم التاريخ المفهومي على السنّة الشيئية إلى «تاريخ خالص»، أي إلى فلسفة في التاريخ. غير أن مشكلة تاريخ العلوم، وهي المشكلة التي تختزل فيها كل صعوبته، إنما هي هناك: إن إنتاج ظواهر العلم - المحدّدة من حيث هي إنتاج للناس ومن حيث هي ناتجة من أعمالهم - إن هذا الإنتاج يتجاوز، من حيث هو أثر لهذا الإنتاج، الظروف العرضية لظهوره ويعلو عليها ليتميز منها بما له من خاصيات الضرورة. بإيجاز وبوضوح، إن المسألة كلّها هي مسألة بروز الضروري داخل العرضي. ينكشف عندئذٍ مؤرخ العلوم في حقيقته كما كان دومًا يسعى إليها: فلا هو «ناقد للعلوم» على غرار ناقد الفن، ولا هو مؤرخ بمعنى صاحب اختصاص في التاريخ الاجتماعي، ولا هو فيلسوف من بين فلاسفة العلوم، بل هو - ببساطة - فينومينولوجي البنى المفهومية، فينومينولوجي نشأتها وتولداتها داخل السنن المفهومية المتغيّرة على الدوام.



ثانياً: العلم العربي وتجديد تاريخ العلوم

- ١ -

الحديثُ عن التراث العلمي عادة ما يطولُ ويتَشعبُ ليقفَ بنا أمامَ سؤالٍ ما انفك يُلحُ على المؤرخين: أين ومتى بدأ هذا البحثُ الذي ما فتئ يهمُ المؤرخين للحضارة ويستلهِمُه فلاسفة العلوم؟ وردّي على هذا السؤال هو أن الاهتمام بالتراث العلمي وتاريخه لم يرَ النور قبل القرن الثامن عشر وفي قلب فلسفة التنوير. وربما يتعجب البعض من هذا الرد وينكرونه مستشهدين على ذلك بما كتبه السلف في تاريخ العلوم؛ وأعني بالسلف العلماءَ والمؤرخين على وجه السواء، من أي جنس ومن أية ملّة كانوا. فلنأخذ أرشميدسَ على سبيل المثال، فهو يقصّ علينا في فاتحة رسالته عن *الكرة والأسطوانة* نبأ سابقيه من علماء الإسكندرية مثل قونون وتلامذته قبل أن يستأنف هو نفسه البحث ويتعمق فيه. لم يسلك أرشميدس في هذا الأمر مسلكًا فريداً بل يبدو أن هذا النهج في التأليف تشارك فيه كبار رياضيي اليونان. فأبلونيوس خليفة أرشميدس لم يتوان في سفره الضخم في المخروطات أن يُحدث بما قدمه السابقون قبل أن يأخذ على عاتقه البحث الجديد. لم يقتصر الأمر على علماء الإسكندرية بل تجاوزهم إلى علماء الإسلام الذين أبدعوا صوراً أخرى لممارسة التاريخ. فعمر الخيام على سبيل المثال يسرد في أول جبره ما أتى به الخازن والقوهي وأبو الجود بن الليث لحل المعادلات التكعيبية بالهندسة قبل أن يصوغ مشروعه الجبري وقبل أن يشرع في تفصيله وتحقيقه. والجدير بالملاحظة هو أن كل هذه المقدمات التي كتبها الرياضيون هي تأريخ للرياضيات بمعنى خاص، ففيها يذكّرون بنتائج السلف لبيان ما انتهوا إليه قبل مواصلتهم البحث وعرض ما تيسر اكتشافه. وهذا النوع من التأليف التاريخي لم يكن بالنوع الوحيد؛ بل ظهرت أيضًا منذ

القديم وخاصة عند المسلمين كتب الطبقات التي سُجل فيها أسماء العلماء وبعض وقائعهم الصحيحة والمتخيلة وعناوين رسائلهم العلمية. والشواهد على هذا عديدة منها «فهرست» النديم و«تأريخ القفطي» و«طبقات ابن أبي أصبيعة» وكتب ابن جلجل وصاعد وغيرهم.

كانت هذه الكتابات المرجعية الهامة تهدف إلى التذكير والتسجيل، ولم تقصد تتبع هذا العلم أو ذاك في ذاته لبيان كيف أصبح على ما هو عليه في عصر من العصور وما قابله من عقبات تغلب على بعضها أو كان لها جُلّ الأثر في تغيير مجراه وابتكار بنيات نظرية جديدة، وهذا السعي يتطلب نهجًا جديداً في الدراسة والتحليل. فعلى المؤرخ حينئذٍ تتبع وصف البنيات النظرية وظروف تكونها وما قامت عليه. هذا الأسلوب في التأريخ لم يبدأ حسب علمي قبل القرن الثامن عشر ومع فلسفة التنوير لأسباب عدة: التراكم العلمي من جهة وتأسيس الأكاديميات - أي مراكز البحوث - من جهة أخرى.

ازداد التراكم العلمي ابتداءً من النصف الثاني من القرن السابع عشر وذلك لدخول ميادين جديدة إلى حقل العلم، وأعني بذلك الميكانيكا وحساب التفاضل على وجه الخصوص، وفي نفس هذه الحِقْبة ترعرعت الأكاديميات مثل الأكاديمية الملكية في لندن وقرينتها في باريس من بعد. ويجب أن ننتبه إلى أن هذه الأكاديميات كانت بمثابة مراكز للبحث العلمي ولم تكن أكاديميات بالمعنى الحاليّ للكلمة. وكان لهذه الأكاديميات على تصاريف الأحوال أثر فعّال في ظهور نوع أدبي جديد ألا وهو التكريم أو التبجيل الأكاديمي الذي كان له بدوره جُلّ الأثر في هذه الوثبة التي سيقوم بها فيما بعد التأريخ للعلوم.

إذا نظرنا إلى هذا النوع الأدبي الجديد سنجده في أكثر الأحوال سرداً لتاريخ الحقل الذي تميز فيه العالم المُبجل لبيان الأسباب التي دعت إلى تكريمه واختياره عضواً في المجتمع الأكاديمي. هذا ما نقرؤه في حوليات الأكاديمية الباريسية على سبيل المثال بقلم Fontenelle أو Condorcet . ولقد أغنت هذه الخطابات الأكاديمية مادة تاريخ العلوم بأبحاث ووثائق ومصادر لم يكن لها وجود من قبل. أما صورة تاريخ العلوم فمنبعها هو فلسفة التنوير، وذلك لحاجتها هي نفسها إلى تاريخ العلوم. فتاريخ العلوم يؤدي وظيفتين مترابطتين

على اختلافهما عند فلاسفة التنوير: فهو الأداة اللازمة لتعريف الحداثة في سياق جدل عقائدي امتد بين منتصف القرن السابع عشر ومنتصف القرن الثامن عشر على الأقل. فمن المعروف المشهور أن العلماء والفلاسفة قد أثاروا حينئذٍ قضية «القديم والحديث» وأشاروا في تعريفهم للحداثة إلى العلم الذي يقوم على البرهان القياسي والتجربة. هذا ما يخرج به قارئ رسالة بسكال «عن الخلاء»، كما ينتهي إليه الناظر في كتاب مالبرانش «البحث عن الحقيقة». والوظيفة الثانية لتاريخ العلوم عند فلاسفة التنوير مرتبطة أشد الارتباط بجوهر فكرهم، أعني فص هذه الفلسفة نفسها ألا وهو مفهوم التقدم المستمر للحقائق أو التراكم المستمر لها والاستبعاد والتخلص المستمر أيضًا من الأخطاء المكتسبة التي أفسدت الطبيعة الإنسانية وحجبت عنها «النور الطبيعي» الذي جبلت عليه.

هذا بإيجاز شديد ما نجده عند فونتنل ودلامبير وكوندرسيه، على سبيل المثال لا الحصر. فكلّ من هؤلاء يرجع تاريخ الإنسانية أو تاريخ تقدم الإنسانية إلى تاريخ العلوم وتقدمها ممّا ألزمهم بصياغة جديدة ومستقلة لميدان تاريخ العلوم. ومن ثم لم يعد كافيًا إحصاء العلماء ووقائعهم ونتائجهم، بل أصبح من الواجب اللازم معرفة الفترات المتعاقبة وبنية كلّ منها وخصائصها. هذا ما رآه كوندرسيه أمراً لا معْدى عنه عندما كتب كتابه المشهور عن «تقدم الذهن الإنساني»، ففيه يقوم بتقسيم التاريخ إلى فترات لبيان التقدم المستمر الذي حكم الانتقال من فترة إلى أخرى. بهذا الفهم الجديد لم يعد ممكنًا غض النظر عن التعمق في دراسة التراث العلمي. وبالفعل هذا ما حاوله مبسطًا كوندرسيه في كتابه الذي ظهر فيه العلم العربي كأحدى فترات التاريخ. ومن يومئذٍ لم ينقطع اهتمام فلاسفة العلوم ومؤرخيها بالعلم العربي. فعلى غرار كوندرسيه رأى البعض في العلم العربي استمراراً لتقدم «الأنوار» في فترة هيمنت فيها «الخرافات والظلمات» على بقاع الأرض الأخرى أي أوروبا العصر الوسيط؛ ورأى آخرون الشروع في دراسة متمحصة لتاريخ هذا الفرع أو ذاك لرسم معالم اللوحة التاريخية لتطور العلوم، وكذلك لإحصاء الوقائع والنتائج العلمية لهذا الفرع. هذا ما حاوله Montucla في سفره الضخم عن تاريخ الرياضيات.

غير أن فقر المعلومات ووعورة الدرب كانت أعظم مما وقع في مخيلة هؤلاء الفلاسفة والمؤرخين، فبضاعتهم من العلم العربي لم تكن غنية ولا كافية لفهم ما تمّ، فإنها لم تكن سوى أصداء حملتها إليهم الترجمات اللاتينية القديمة. وهنا علينا أن ننتبه وأن نحترز من الإفراط في التعميم، ونذكر أن الصلات بين الميادين العلمية وتواريخها تختلف من علم إلى آخر. فعلم الهيئة مثلاً هو بين العلوم الرياضية أوثقهم ارتباطًا بتاريخه، وذلك لضرورة معرفة الفلكي بقَيم أرصاد أسلافه المختزنة في كتبهم على امتداد الزمن. ويبدو أن هذا السبب كَافٍ لتفسير هذا الارتباط الوثيق ولبيان لِمَ كان علم الهيئة مميزاً بما ناله من اهتمام مبكر من المؤرّخين أمثال Caussin de Perceval ، Delambre ، J. Sédillot إن اقتصرنا على ذكر بعض المؤرخين الفرنسيين من مطلع القرن التاسع عشر.

ما لبثتْ صورة العلم العربي، في مجرى ذلك القرن – أن تغيرت واكتست بشوائب عدة غمضتْ معها صورته واستبيحت ساحته، ولهذا بحث يطول نذكّر هنا بعناونه فقط. كان في البدء الفلسفة الرومانسية الألمانية والمدرسة اللغوية التي تولدت منها Max Müller ، F. Von Schlegel ، Franz Bopp . كان لهذه المدرسة جُلّ الأثر في العلوم التاريخية، فدفعت بها دفعًا قويًا. من هذا الدفع استفاد تاريخ العلم العربي أولاً قبل أن يصبح من ضحاياه لاحقًا. ولنفسر هذا. بدأ مع هذه المدرسة الألمانية بدون أدنى شك دراسة تاريخ اللغات درسًا مكثفًا ومقارنًا. ولكن سرعان ما تحول هذا الدرس للّغات إلى دراسة التاريخ باللّغات، أعني إلى التمييز بين الأجناس والعقليات حسب اللغات، هناك اللغات الآرية وهناك اللغات السامية، الأولى صالحة لعقلية علمية فلسفية، والثانية لذهن «ديني شعري». ومهما كان الأمر كان من الطبيعي والمتوقع أن يزداد الإحساس بالتاريخ نفاذاً ووضوحًا. وهذا ما تم، وازداد الاهتمام بالنصوص اليونانية واللاتينية ونشطت دراستها نشاطًا جمًا. ولكن دراسة هذه النصوص وخاصة اليونانية والعلمية منها ألزم بالاهتمام بدراسة النصوص العربية نفسها، فكثير من الأصول اليونانية لم يُقدّر له البقاء إلا في الترجمات العربية. إلا أن دراسة التاريخ بواسطة اللغات كانت بمثابة شرك يحاك لتاريخ العلم العربي: من جهة

نظرية خالصة لم يكن للساميين الحق في العلم والفلسفة تبعًا لرأي هذه المدرسة في اللغة وارتباطها بالعقلية، ومن ثم لم يبق للعلم العربي شرعيًا الحق في الوجود؛ ولكن من جهة واقعية كان هذا العلم العربي يفرض نفسه أكثر فأكثر على المؤرخين الذين تزايد رجوعهم إليه. ودام هذا التناقض أكثر من قرنين، ولا تزال آثاره عند جمهرة المؤرخين. والغريب العجيب أن هذا التناقض لم يحكم مؤلفات ثانوية في تاريخ العلوم ولم يقتصر عليها، بل نراه يطبع بطابعه مؤلفات هامة مثل «نظام الكون» لـ Pierre Duhem. ويبدو ليّ أن هذا التناقض كان لا مفرّ منه، فمهما كانت نظرة المؤرخ العقائدية في هذا الوقت لم يكن باستطاعته تفادي العلم العربي لدى تصديه لوقائع المادة العلمية التي كان يرغب في التأريخ لها. ومن ثم إن كان هذا أو ذاك المؤرخ لا يرى في العلم إلا ظاهرة أوربية خالصة لم يعد يمكنه أن ينظر إلى العلم العربي نظرة مستقيمة صائبة؛ ففي أحسن الأحوال لم يرّ فيه إلا خزانة لترجمات يونانية، ولم يعتَبِره إلا علمًا يونانيًا محدثًا. لم يبق إذن حسب هذه الرؤية للعلم العربي إلا دورٌ واحدٌ: فهو حقل للتنقيب يحفر فيه المؤرخ بحثًا عن آثار الحضارة والعلم اليوناني. ولقد أسرف البعض في هذا وما زالوا مما أدى إلى تشويه نتائج العلم اليوناني وإلى سوء فهم ما تمّ في القرن السابع عشر على السواء.

فلقد قرأ الكثير في العلم اليوناني ما لم يكن فيه، واستقر في وهم آخرين أن علم القرن السابع عشر هو ثورة عليه من أوله إلى آخره. وأدى هذا أيضًا إلى هفوات مشهورة، أذكر منها واحدة فقط وقع فيها مستشرق مشهور ومؤرخ معروف، منعت هذه النظرة مترجم تذكرة نصير الدين الطوسي، المستشرق Carra de Vaux كما منعت المؤرّخ P. Tannery الذي درس هذه الترجمة من أن يتنبها إلى ما تحويه رسالة الطوسي من هيئة جديدة مختلفة عن هيئة بطلميوس ولم يصحح هذا الأمر إلاّ Neugebauer فيما بعد.

كان لهذه النظرة العقائدية إلى العلم العربي الصدارة والسيطرة طوال القرن التاسع عشر والقرن العشرين، إلا أنها لم تكن النظرة المتفردة. كان هناك أيضًا نظرة أخرى جانبية دعا إليها القليل من المؤرخين الذين لم يأخذوا برؤية المدرسة الرومانسية الألمانية وأولهم A. Von Humboldt. اهتم هذا الاتجاه

ببيان ما يحمله العلم العربي من سمات أصيلة كشفت عنها دراسة متأنية ومباشرة لتاريخ العلوم العربية. ونذكر من علماء هذه المدرسة:

Woepcke, Sédillot, Wiedemann, Hirchberg, Suter, Kraus, Luckey, Nazif.

هذا مما أدى ابتداءً من العقد الخامس من القرن الماضي إلى تسارع لم يُسبق له مثيلٌ لهذا التيار من البحث التاريخي. وأدى تراكم هذه البحوث إلى فتح الطريق لفهم أدق وأوعى لتاريخ العلم العربي ولإسهامه في العلم الكلاسيكي، كما سمح أيضًا بإدراك السمات الأساسية لهذا العلم، وهي سمات لم تدرك بعد حق الإدراك، وهذا ما سأعرض له الآن.

- ٢ -

إن أراد الدارس المتعمق للعلم العربي أن يصفه جملة، أي يصف جوهره، ظهر له بوضوح شديد أن هذا العلم ما فتئ يحقق ما كان كُمُون الوجود في العلم اليوناني. فما يجده عند علماء الإسكندرية جنينيًا، أعني هذا الاتجاه لتخطي حدود منطقة ما ولكسر طوق ثقافة معيّنة لاكتساء أبعاد العالم بأسره، نراه قد أصبح واقعًا مكتملاً في علم تطور حول حوض البحر المتوسط لا كرقعة جغرافية فحسب، بل كبؤرة تواصل وتبادل لكل الحضارات التي ترعرعت حول هذا الحوض، مركز العالم القديم، وكذلك في أطرافه؛ فكلمة «عالمي» هي أنسب وأصح الكلمات لوصف هذا العلم العربي الجديد: كان هذا العلم عالميًا بمنابعه ومصادره، عالميًا بتطوراته وامتداداته. فعلى الرغم من أن أغلب مصادره ومنابعه هيلستيني إلا أنها تضمنت أيضًا مؤلفات سريانية وسنسكريتية وفارسية. من المعروف أن هذه الينابيع لم يتدفق منها نفس الفيض ولم يكن لها نفس التأثير. ولكن الجدير بالالتفات إليه هنا هو تعددها واختلاف أصولها، فهذا التعدد وذاك الاختلاف كان لهما دورٌ هامٌّ في صياغة بعض ملامح العلم العربي. هذه السمة تشترك فيها كل حقول العلم بما فيها أكثر الحقول يونانية مثل الرياضيات. من الممكن بدون أدنى تردد أو حرج نعت الرياضيات بهذه الصفة لأنها وريثة الرياضيات اليونانية. ولكن إن أحببنا التأريخ للرياضيات العربية

علينا العودة إلى المصادر الأخرى من بابلية وسنسكريتية لفهم ما تم في حساب المثلثات وفي التحليل العددي. والمؤرخ الواعي المدقق لا يفوته في هذه الحال أن يقف على الإطار الجديد للرياضيات قبل أن يغوص في دراسة النتائج الموروثة، عليه أن يحلل ويصف ظواهرياً إن صحت الكلمة اشتراك كل هذه التقاليد الرياضية واندماجُها - من يونانية وفارسية وسنسكريتية - في المجتمع الجديد، أعني انصهارَ كل هذا التقاليد تحت قبة الحضارة الإسلامية. ومما يجب الانتباه له أيضاً أن هذه الظاهرة لم تكن وليدة الصدفة ولا نتاج الحظ. فالتقاليد العلمية التي تمثلها علماء الحضارة الإسلامية لم تنقلها قوافل التجار ولا سفن البحارة ولا جيوش المجاهديين بل كانت ثمار تنقيب وبحث عن كتب القدماء، قام بهما علماء فحول نقلوا بنشاط جم الكتب العلمية والفلسفية بدعم من السلطة السياسية التي هيّأت السبل وشجعت على المُضي فيها. كانت هناك مدارس من هؤلاء العلماء، مدارس متنافسة أحياناً متعاونة أحياناً أخرى، دفعهم البحث العلمي نفسه إلى التنقيب عن آثار السلف لنقلها إلى العربية، ولم يكن هدفهم في ذلك هو نقل هذه الكتب للتعريف بها ولكن لمتابعة بحث علمي نشط. من هذه المدارس كانت هناك مدرسة حنين وابنه وأهلة، وكانت هناك أيضًا مدرسة بني موسى وتلاميذهم ومدرسة الكندي وقسطا وحلفائهم... هذه الظاهرة التي لا أعرف لها مثيلاً من قبلُ أنتجت لأول مرة في التاريخ مكتبة علمية لها أبعاد عالم تلك الحقبة. احتوت هذه المكتبة على النتاج العلمي والفلسفي لتقاليد متعددة الأصول واللغات، وأصبحت هذه التقاليد العلمية وما أنتجته جزءاً من حضارة واحدة لغتها العلمية هي العربية، وهكذا أضحت هذه التقاليد تمتلك وسائل التأثير والتأثر فيما بينها، مما مكنها من التوصل إلى مناهجَ جديدةٍ والتطرق لحقول علمية لم يعرفها الأوائل، مثل الجبر والإسقاطات الهندسية وغيرها.

وفي يوم أرجو ألاّ يكون بعيداً ستوضح لنا الدراسة الاجتماعية للعلم العربي دور المجتمع والمدينة الإسلامية في انبثاق هذه الظاهرة التاريخية، وسنفهم عندئذٍ كيف أصبح ممكناً للتيارات العلمية المستقلة الموروثة من الالتقاء والتزواج. فالعلم العربي هو أول علم يمكن أن يُنعت بحق «بالعالمية». وهذه السمة التي طبعت العلم العربي منذ القرن التاسع تأكدت ووضحت فيما بعد.

فقد تابع علماء القرنين الحادي عشر والثاني عشر مناقشة النتائج التي تم التوصل إليها في مختلف البقاع وفي تعميمها ودمجها في بنيات نظرية غريبة عن حقولها الأصلية في معظم الأحوال. وهذه الظاهرة لا تخص الكيمياء والطب فقط، بل تشهد عليها رسائل البيروني ومؤلفات السموأل المغربي في الرياضيات، أعني فيما يسمى بالاستكمال التربيعي، وتشهد عليها أيضاً صياغة ابن الهيثم لما يسمى مبرهنة «البقية الصينية» في نظرية الأعداد.

بات من الممكن إذن، ولأول مرة في التاريخ، قراءة ترجمات الإنتاج العلمي لحضارات متعددة قديمة وأبحاث جديدة مبتكرة على السواء بلغة واحدة، أي العربية. ولم يقتصر هذا على بلدان أهل الضاد، بل عمّ بلاداً تكلم مواطنوها بلغات مختلفة، فالعربية كانت لغة العلم - في سمرقند وفي غرناطة مروراً بخراسان وصقلية ومايورقة (Majorque). وكان هذا العالم أو ذاك إن حنّ واشتاق إلى الكتابة بلغته الأم - الفارسية خاصة، مثل النسوي والطوسي - أسرع وعاد هو نفسه بنقل ما كتبه إلى العربية، وبالجملة لن نبالغ قط إن قلنا إنه منذ بداية القرن التاسع الميلادي. أصبح للعلم لغة، وكانت هذه اللغة هي العربية؛ بل إن هذه اللغة، أي العربية اكتسبت بدورها بعداً عالمياً، فلم تعد لغة شعب واحد، ولا لغة أمة واحدة، بل لغة شعوب عدة وأمم مختلفة، ولم تعد لغة ثقافة بعينها بل لغة كل المعارف العقلية.

أدت وحدة هذه اللغة إلى فتح معابر جديدة لم يكن لها وجود من قبل. وكان لهذه المعابر جُلّ الأثر في تسهيل الاتصال المباشر بين المراكز العلمية المنتشرة بين حدود الصين وبين الأندلس. وهنا يجب علينا أن نلفت النظر إلى صنفين من الممارسات الاجتماعية للعلماء، فمن جهة أصبح التنقل والسفر وسيلة للتعلم والتعليم؛ ومن جهة ثانية ظهر فرع أدبي جديد، أعني المراسلات العلمية. حقاً كان السفر والتنقل منتشراً بين علماء عصر الإسكندرية، إلا أن هذه الظاهرة لم يكن لها نفس البعد ولا نفس الحجم. ففي هذا العصر كان الانتقال بين الإسكندرية وأثينا وروما وبعض مدن فلسطين وآسيا الصغرى، أما في العصر الإسلامي، فلقد انتشرت المراكز بين آسيا وشمال إفريقيا وحوّض البحر الأوسط كلّه. وهذا السفر العلمي انتشر بين علماء الحديث النبوي، وبين

الأدباء والعلماء والفلاسفة، أي أنه أصبح في ظل العصر الإسلامي ظاهرةً تَشمُل حقولاً عديدة من الثقافة. وبالفعل إن اقتصرنا على العلماء ورجعنا إلى كتب الطبقات رأيناها تحدثنا عن هذا التنقل الدائم: عن ابن الهيثم بين البصرة والقاهرة، وعن ابن ميمون القرطبي بين الأندلس والمغرب ومصر، وعن شرف الدين الطوسي بين خراسان والشام، وعن السموأل المغربي بين فاس وسمرقند.

وكان هذا أيضًا شأن المراسلات العلمية فقد زادت ونمت وتكثفت لتصبح صنفًا أدبيًا جديداً له أصوله وقواعده؛ وأضحى هذه اللون الأدبي أحد ألوان «الأدب» بالمعنى القديم للكلمة. ولنذكر على سبيل المثال مراسلات القوهي والصابي، ومراسلات السجزي مع رياضيي الرّي وخراسان، ومراسلات شرف الدين الطوسي مع رئيس نظاميه بغداد... الخ. وتذكرنا هذه المراسلات وغيرها بما سنراه فيما بعد إبان القرن السابع عشر الأوروبي.

فمن الجليّ إذن أن هذا العلم العالمي - بمعنى هذه الكلمة في ذاك العصر - تقدّم، مُحاطًا بموكب من التحّولات: تجددت العلاقات بين التقاليد العلمية الموروثة، فلم تعد على ما كانت عليه، وتغيّرت محتوياتُ المكتبة العلمية وإمكانياتُها، وتوحّدت بصورة ما لغة العلم، وزاد كثيراً عمّا كان عليه تنقل العلماء بين الأقطار.

ومن العجيب الغريب أن مؤرخي العلوم لم ينتبهوا لهذه السمة التي ميّزت العلم العربي، ولم يعيروها ما تستحقه من الاهتمام، على الرغم من تألقها. ويبدو أن أحد أسباب إغفال هذه السمة هو هذه النظرة العقائدية التي سبق أن أشرنا إليها، أعني غربية العلم الكلاسيكي، هذه النظرة التي ألقت على الأبصار غِشاوةً. وهذه النظرة ليست مع ذلك السبب الوحيد، بل هناك سببان آخران يعود أولهما إلى تاريخ العلوم، ويرجع الثاني إلى ما كتب حول هذا التاريخ.

ففي واقع الأمر يبين لنا تاريخ العلوم الروابط التي ربطت العلم العربي بامتداداته اللاتينية، وبصورة أعمّ بالعلم الذي تطور في أوروبا الغربية حتى منتصف القرن السابع عشر على وجه التقريب. وبالفعل لا يمكن بحال فهم ما تم باللاتينية في العلوم منذ القرن الثاني عشر بدون اعتبار الترجمات اللاتينية من العربية، وبدون معرفة البحث العلمي باللاتينية الذي تمّ في سياق العلم العربي

وأسلوبه. فبحوث Jordanus de Nemours ،Fibonacci في الرياضيات ومؤلفات Theodoric de Freiberg ، Witelo في المناظر على سبيل المثال، أعني أكثر البحوث تقدمًا باللاتينية لا يمكن تقديرها حق قدرها بدون الرجوع إلى الخوارزمي وأبي كامل، والكندي وابن الهيثم ... الخ. إن هذه الروابط الموضوعية الوثيقة التي لا يمكن أن يتغاضى عنها مؤرخ جاد، أسرت أنظار المؤرخين فلم ينتبهوا إلى روابط أخرى، أعني الروابط بين العلوم العربية وعلوم الهند، وربما الصين كذلك، ومن ثم لم ينتبهوا إلى هذا البعد الأصيل. أما السبب الآخر فيعود إلى الكتابات في تاريخ العلوم. ففي أغلب المؤلفات عن العلم الكلاسيكي ظهر علم القرن السادس عشر والسابع عشر، وبالأحرى علم النصف الأول من القرن السابع عشر في صورة غريبة. فجمهرة هؤلاء المؤرخين يجهلون العلم العربي والعربية، ومن ثم بدا هذا العلم ثوريًا من البداية إلى النهاية وفي كل بقاعه على السواء، وأخذ على أنه المرجع المطلق الذي تقاس به وعليه وإليه مواقع وأماكن ما سبقه من العلوم، ومن ثم بدا متساميًا مستعليًا بدون تاريخ إن صحت هذه العبارة، لأنه ثورة على كل التقاليد. لم يكن ممكنًا صياغة هذا التسامي وهذا التعالي المطلق لعلم القرن السابع عشر إلا في غياب المعرفة الصحيحة بأعمال مدرسة مراغة وما سبقها في علم الهيئة ومؤلفات الخيام وشرف الدين الطوسي في الجبر والهندسة الجبرية وكتابات بني موسى وثابت بن قرة وابن سنان والقوهي وابن سهل وابن الهيثم في التحليل الرياضي، وكذلك رسائل وكتب ابن سهل وابن الهيثم في المناظر ... الخ. لذلك كان من الطبيعي والمتوقع أن يحفر هذا التعالي والتسامي حفرة بين علم القرن السابع عشر والعلم العربي ماسخة سمات كليهما ومعالمهما.

هذه هي الأسباب التي أخفت معالم العلم العربي، وخاصة تلك السمة التي نبّهنا عليها، أعني عالميته - من كتب المؤرخين. وإعادة هذه السمة إلى مكانتها والإلمام بتاريخ العلم العربي ليس من شأنهما النيل من مكانة Kepler وما أتى به من جديد في علم الفلك، ولا من مكانة ديكارت وما طوّره في الهندسة الجبرية، ولا من مكانة جاليليو وثورته في علم الحركة، ولا من مكانة فيرما ومنهجة الجديد في نظرية الأعداد، بل على عكس ذلك تمامًا، فتصحيح الصورة

والإلمام بالمادة يساعدنا على تحديد موضع الجديد في كل حال بمزيد من الدقة، أعني بالعثور عليه حيث هو، لا حيث لا وجود له، كما هو للأسف الحال عند كثير من المؤرخين. فإصلاح الصورة والإلمام بالمادة سيقودنا إلى استيعاب أعمق للنتائج العلمية التي أتي بها خلال القرن السابع عشر والقرن السابق له، فالإصلاح والإلمام يحثاننا على إعادة النظر في بعض العقائد والمفاهيم السائدة عند مؤرخي العلوم وفي بعض المناهج التي أخذ بها في سرد التاريخ. فممّا يجب النظر النقدي له مفهوم «النهضة العلمية»، ومما يجب تحديده من جديد مفهوم «الثورة العلمية»، أي تلك التصورات السائدة في كتب تاريخ العلوم. ولن يكون هذا ممكنًا إلا إذا نشط البحث في تاريخ العلم العربي وإلا إذا استعاد هذا الأخير هذا الطابع الذي ما انفك يميزه ممّا سبقه، أعني الطابع العالمي، الذي يحتم علينا تتبع هذا العلم العربي في امتداداته اللاتينية والإيطالية، وكذلك في امتداداته العبرية والسنسكرتية والصينية، إضافة إلى منجزاته في لغات الحضارة الإسلامية وخاصة الفارسية. وأخيراً، علينا البحث في الظروف الاجتماعية لهذا العلم، أعني المجتمع الذي انبثق فيه بمشافيه ومراصده ومساجده ومدارسه. فكيف يمكننا فهم تطورات هذا العلم إن غابت عن بالنا المدينة الإسلامية ومؤسساتها ووظيفة العلم فيها وأهمية دوره. فالعلم لم يكن - كما زعم البعض - هامشياً في هذه المدينة الإسلامية، والبحث العلمي لم يركد نتيجة لردة كلامية دينية، كما زعم آخرون.

ومن الواضح إذن أن تجديد كتابة تاريخ العلم العربي يقودنا إلى تجديد تاريخ العلوم نفسه. هذا هو الثمن الذي علينا أن ندفعه حتى يمكننا أن نساهم في تقدم تاريخ العلوم جملةً، وحتى يحقق تاريخ العلم العربي على الأقل المهام الثلاث التالية: فتح الطريق أمام فهم حقيقي لتاريخ العلم الكلاسيكي بين القرن التاسع والقرن السابع عشر؛ تجديد تاريخ العلوم عامة بإعادة رسم الصورة التي شوّهتها النظرات العقائدية، ومعرفة الثقافة الإسلامية حق المعرفة بإعادة ما كان من أبعادها، وهو البعد العقلي العلمي، فالتراث الإسلامي لم يكن لغة ودينًا وأدبًا فحسب، بل كان أيضًا علومًا وفلسفة ومنطقًا؛ وهنا وهناك كانت أصالة هذا التراث في عالميته وانفتاحه.

- ٣ -

بقي علينا أن نبيّن باختصار شديد كيف يمكن لمؤرخ العلم العربي تجديد تاريخ العلوم؛ وذلك بأخذ مثل من أبحاثي في تاريخ الهندسة. وبالطبع سيكون عرضي سريعًا ومبتوراً ومبسطاً. فقصدي هنا ليس التأريخ للهندسة، ولكن بيان دور العلم العربي في إعادة رسم الصورة ورفع الشوائب التي شوهتها. ففي هذا المثال أهدف إلى بيان كيف قرأ السلف العلم اليوناني، أو بالأحرى كيف نشأ وتطور فصل من فصول الرياضيات على أيدي فحول الرياضيين، وكيف استطاعوا تكوين تقليد جديد لم يُتجاوز حتى بداية القرن الثامن عشر.

هذا المثال يخص حساب المساحات والحجوم القصوى، أي أحد فصول التحليل الرياضي، ويتعلق بمسألة عرفها منذ القديم البابليون واليونان وهي بيان أن الدائرة أوسع الأشكال المسطحة المتساوية الإحاطة، وأن الكرة أعظم المجسمات المتساوية الإحاطة. ومن الواضح أهمية هذه القضية للفلك.

لم يتوان علماء الهيئة والرياضيات من الإسكندرانيين عن الاهتمام بهذه المسألة. هذا ما نقرأه عند هيرون وبطلميوس وبابوس وثيون ... وإن ظل الفضل الأول يرجع إلى بطلميوس وإلى كتابه *المجسطي*. ففي هذا الكتاب لجأ بطلميوس إلى هذه النظرية لدعم رأيه حول كرية السماء وكرية الأفلاك وكرية الأرض. ونقرأ على لسانه في نقل الحجاج لكتاب *المجسطي* يقول: «ومن أجل أن الأشكال الكثيرة الأضلاع التي تكون في دوائر متساوية أكثرها زوايا أعظمها عظمًا، تكون الدائرة أعظم الأشكال البسيطة وتكون الكرة أعظم الأشكال المجسمة، فالسماء أعظم ممّا سواها من الأجسام». لم يكن لهذه العبارة أن تمر مرّ الكرام على شراح *المجسطي*، وخاصة أن بطلميوس يقرّها إقراراً بدون أن يقدم عليها البرهان؛ لهذا لجأ ثيون الإسكندراني في شرحه للكتاب الأول من *المجسطي* إلى الاستشهاد بما قام به Zénodore في محاولته للبرهان عليها. وظل الأمر على هذا عند ما شرح بابوس - *المجسطي*، واستمر على ذلك حتى ترجم

الحجاج *المجسطي* ترجمة أولى. بعد هذه الترجمة ألّف الكِنْدي رسالتين، الأولى في *الصناعة العظمى*، كتبها تحت تأثير شرح ثيون السابق، ونقرأ بقلم الكِنْدي ما يلي «وأيضًا، لأن أعظم الأشكال التي في الدائرة المتساويةُ الأضلاع أكثرُها زوايا، وأعظمَ الأشكال المجسمة المعتدلة المتساوية السطوح الكرةُ، كما أوضحنا ذلك في كتابنا في الأكر، تكون السماء إذاً هي أعظم مما سواها من الأجسام كريةً، لأنه ينبغي أن يكون لها الشكل الأعظم». أما الرسالة الثانية، ففيها يبرهن الكِنْدي هذه القضية، إلا أننا للأسف لم نعثر عليها بعد. وحتى لا نستطرد كثيراً ولا يطول بنا الحديث نقول جملةً إن كل شروح كتاب *المجسطي* بالعربية لا تخلو من التعليق على عبارة بطلميوس هذه والبرهان عليها أحياناً. وهنا برز تياران رياضيان للبرهان على دعوى بطلميوس، يمثل الأول منهما أبو جعفر الخازن من منتصف القرن العاشر الميلادي، ويمثل الثاني الحسن بن الحسن ابن الهيثم من أواخر هذا القرن. ولنعرض لهما في كلمات قليلة.

كتب أبو جعفر الخازن في شرحه للمقالة الأولى من *المجسطي* رسالة كاملة حول دعوى بطلميوس تقوم على فكرة لم تتيسر لسابقيه، وهي وضع هذه الدعوى في سياق أشمل وأعم وهو سياق الأشكال المحدبة. وهذه النقلة المعرفية ضخت في البحث الرياضي انتعاشاً وخصوبة غيّرت من رسومه القديمة. برهن الخازن أولاً أن الأشكال المحدبة من نوع ما (المثلثات والمتوازيات الأضلاع ... الخ) أكثرُها تناظراً symétrique أعظمها (أي يحقق نهاية قصوى) لأحد المعاملات (المساحة، نسبة المساحة، المحيط ... الخ). ونهج الخازن في بحثه هذا النهج:

– تثبيتُ إحدى المعاملات وتغييرُ الشكل المحدب بتطبيق تناظر عليه symétrisant بالنسبة إلى خط ما. على سبيل المثال: تثبيت محيط متوازي الأضلاع وتحويله إلى متوازي الأضلاع ومتساويها بتطبيق تناظر عليه بالنسبة إلى القطر.

– مقارنة الأشكال الكثيرة الأضلاع ومتساويها والمتساوية الإحاطة مبرهنًا أن أكثرها أضلاعًا أعظَمها مساحة.

– يتلو الخازن ذلك بمقارنة شكل كثير الأضلاع ومتساويها محيط بدائرة بدائرة أخرى لها محيط الشكل نفسه.

ومن البيّن أن هذا الطريق طريق «سكوني» بالمعنى التالي: فمن جهة هناك الشكل الكثير الأضلاع المعلوم، ومن جهة أخرى هناك الدائرة.

المقام هنا ليس المقام الذي نعكف فيه على فحص ما أتي به الخازن، فلقد أنجزنا ذلك من قبل، ويكفي أن نقول إنه وقف في بحثه عندما انتهى من البرهان على دعوى بطلميوس بدون أن يتجاوزها إلى غيرها في هذا البحث الرياضي الخالص. وسيكون الأمر غير الأمر مع التيار الآخر الذي بلغ ذروته مع ابن الهيثم.

أراد ابن الهيثم على خلاف الخازن تقديم برهان «حركي» لا «سكوني» لهاتين القضتين: الأشكال المتساوية الإحاطة والأجسام المتساوية المساحة. وأقصد بالبرهان الحركي ذلك البرهان الذي تسير بين ثناياه الحركة نحو النهاية. حرّر ابن الهيثم لتحقيق هذا الهدف كتابًا يُعدّ بحقٍ طليعة البحث الرياضي في قرنه وفي القرون التالية، وعنوانه «قول للحسن بن الحسن بن الهيثم في أن الكرة أوسع الأشكال المجسمة التي إحاطتها متساوية، وأن الدائرة أوسع الأشكال المسطحة التي إحاطتها متساوية». يبدأ ابن الهيثم كتابه هذا بالأشكال المسطحة، وينتهي منها سريعًا، ومن ثم يبرهن القضايا التالية:

١ - كل دائرة محيطُها مساوٍ لمحيطِ شكلٍ مستقيم الخطوط متساوي الأضلاع والزوايا، فإنّ مساحتَها أعظمُ من مساحته.

٢ - كل شكلين مستقيمي الخطوط متساويي الإحاطة، وكل واحد منهما متساوي الأضلاع والزوايا، وتكون أضلاع أحدهما أكثرَ عدداً من أضلاع الآخر، فإن مساحته أعظم من مساحة الآخر.

٣ - كل شكلين، كل واحد منهما متساوي الأضلاع والزوايا، تحيط بهما دائرة واحدة، وأضلاعُ أحدهما أكثر عدداً من أضلاع الآخر، فإن مساحة الشكل الذي هو أكثر أضلاعًا أعظم من مساحة الشكل الآخر، ومحيطه أعظم من محيطه.

ومنه يبيّن أنه إذا كان هناك شكل متساوي الأضلاع والزوايا ودائرة لهما نفس المحيط، فالدائرة أعظم من الشكل المتساوي الأضلاع.

ومن البيّن أن ابن الهيثم في برهانه يعتبر الدائرة نهاية لمتوالية من أشكال كل منها متساوي الأضلاع. وهذا هو الفرق الأول والهام بينه وبين سابقيه.

وعلينا أن ننتبه إلى أن ابن الهيثم يفترض وجود النهاية - أعني مساحة الدائرة - ولكن هذا كان مبرهنًا من قبل في رسالة أرشميدس في *مساحة الدائرة*.

هذا هو مضمون الجزء الأول من رسالة ابن الهيثم. أما الجزء الثاني فيحاول فيه البرهان على القضية التالية: أن كل كرة يكون سطحها المحيطُ بها مساوياً لسطح شكل مجسم متساوي القواعد، وقواعده متساوية الأضلاع ومتشابهة، فإن مساحة الكرة أعظم من مساحة المجسم المتساوي القواعد.

وللبرهان على هذا يقدم ابن الهيثم عشر مقدمات يشيد بها صرح أول نظرية في الزاوية المجسمة، أي يشيد بها صرح فصل جديد من فصول الرياضيات لم يسبق البحث فيه. والمقام هنا ليس هو مقام شرح هذا الفصل وما قام به ابن الهيثم. كل ما نريد قولَه هنا إن هذه المقدمات مكّنته من برهان القضيتين التاليتين:

١ - كل مجسمين كثيرَي القواعد - وقواعدُهما متساويةٌ ومتساويةُ الأضلاع ومتشابهةٌ، وقواعدُ أحدهما شبيهةٌ بقواعد الآخر، والسطحُ المحيط بأحدهما مساوٍ للسطح المحيط بالآخر، فإن مساحة المجسم، الذي قواعدُه أكثرُ عدداً، أعظمُ من مساحة المجسم الآخر.

٢ - كل مجسمين متساويَي القواعد، وقواعدُهما متساوية الأضلاع ومتشابهة، فقواعدُ أحدهما شبيهةٌ بقواعد الآخر، وقواعدُ أحد المجسمين أكثرُ عدداً من قواعد المجسم الآخر، إذا أحاط بهما كرةٌ واحدة، فإن السطح المحيط بجميع المجسم، الذي قواعده أكثرُ عدداً، أعظمُ من السطح المحيط بالمجسم الآخر، ومساحةُ المجسم الأكثرِ قواعدَ أعظمُ من مساحة المجسم الآخر.

من الواضح إذاً أن ابن الهيثم لا يأخذ إلاّ بالمجسمات المتساوية القواعد، ومن ثم فالقضيتان السابقتان لا تطبقان إلاّ على ذي الأربع قواعدَ وذي الثماني قواعدَ وذي العشرين قاعدة، وذلك لأن عدد قواعد المجسم المتساوي القواعد المربعة أو المجسمة ثابت (ست أو اثنتا عشرة). وعلى تصاريف

الأحوال فقصدُ ابن الهيثم واضح : البداية بالمقارنة بين المجسمات التي لها نفس السطح التي يختلف عدد قواعدها حتى يمكنه فيما بعد البرهان على الخاصة القصوي للكرة، ويعني هذا الاقتراب من الكرة على أنها نهاية قصوى لمتتالية من المجسمات التي تحيط بها الكرة. ولكن هذا النهج «الحركي» أدى إلى طريق مسدود ، فنحن نعرف، وهو يعرف قبل الجميع، أن عدد المجسمات المتساوية القواعد منته ولا يسمح بهذا. وهذا الخطأ - الذي لم أستطع فهمه ولا تفسيره - وهذا الطريق المسدود هو بصورة أو أخرى الذي فتح أمام ابن الهيثم الطريق الذي لم يسبق لأحد أن طرقه أعني نظرية الزاوية المجسمة.

ودراسة كتاب ابن الهيثم تبيّن لنا أن الصفة الغالبة عليه هي الابتعاد عن الخلفية الفلكية التي نبع منها هذا البحث. ولم يزل ابن الهيثم في الابتعاد والاهتمام والكشف عن مسائل أخرى تتعلق بالبحث عن النهايات القصوي، أعني المسائل التي سيهتم بها فصل كامل من فصول الرياضيات فيما بعد . ففي رسالة للأسف لم نعثر عليها بعد يقارن ابن الهيثم بين الخطوط المحدبة المختلفة في قطعة دائرة معتبراً طول كل خط منها كحد أقصى borne supérieure للأشكال المستقيمة الخطوط التي يحيط بها هذا الخط، مرجعًا بهذا المقارنة بين الخطوط المنحنية إلى مقارنة بين الأشكال المستقيمة الخطوط.

لن يذهب البحث الرياضي إلى أبعد مما أتى به ابن الهيثم قبل اكتشاف الحساب التفاضلي وازدهاره، أي أواخر القرن السابع عشر وأوائل القرن الثامن عشر، أو بعبارة أخرى مع بداية حساب التغييرات مع الإخوة Bernoulli ثم Euler وLagrange .

فمع بداية القرن الثامن عشر ستتحول مسألة البحث عن النهاية القصوى لأشكال متساوية الإحاطة أو لأجسام متساوية المساحة إلى مسألة أعم، وهي البحث عن خط أو مجموعة من الخطوط يمكنه أن يصل بعظم متعلق بكل خط من فئة من الخطوط المعلومة إلى النهاية القصوى.

من الواضح إذن أن صورة هذا الفصل من الرياضيات ليست على ما يقصه المؤرخون، فما تزال جمهرة هؤلاء تجهل هذا الفصل من تاريخ الرياضيات العربية، ولا تزال صورة هذه بدون هذا الفصل صورة مبتورة مشوهة. والآن مع

هذا الفصل ستتغير كلتا الصورتين، والأهم من ذلك أننا سنستطيع وضع السؤال الحق وهو التالي: شارف ابن الهيثم مطالع ما بدأ الإخوة Bernoulli في أواخر القرن السابع عشر البحث فيه، لماذا لم يمكنه الذهاب إلى أبعد مما وصل إليه، وما الجديد فعلاً مع الإخوة Bernoulli. عن هذا السؤال يمكننا الآن الإجابة، وذلك لم يكن ممكنًا قبل معرفة ما قدمته الرياضيات العربية في هذا الشأن. وهذا مثل على ما يمكن أن يقدمه العلم العربي لتاريخ العلوم، وشاهد على قلّة زادنا وكثرة تقصيرنا في التأريخ له. فهذه النتائج حول دراسة ابن الهيثم لم تكن معروفة قبل بضع سنين.

من الواضح إذن أن البحث المتعمق في تاريخ العلوم العربية يقود إلى تجديد حقل تاريخ العلوم نفسه. فهذا البحث يؤدي إلى تجديد المعطيات والمفاهيم والمناهج، أعني يحثّ على المساهمة الفعّالة في إنماء هذا الحقل المعرفي والمشاركة في تقدمه. والتقدم في هذا الدرب يحتاج إلى مؤسسات بحثية وتعليمية مهيئة ورشيدة، أرجو أن تسنح الظروف بإشادتها في الأقطار العربية. وسيكون لهذه المؤسسات فوائد أخرى لا أهدف إلى الكلام عليها، أعني تهيئة التحديث العلمي نفسه، وتهيئة وسائله وقيمه من جهة والتعرف على الذات من جهة أخرى.



ثالثًا: العلم في الإسلام والحداثة الكلاسيكية

متى كانت النهضة؟

كتب الفيلسوف الألماني هوسرل (E. Husserl) في عام ١٩٣٦ بأسلوبه المعتاد «من المعروف أنه خلال فترة النهضة انقلبت البشرية الأوروبية انقلابًا ثوريًا على أساليب الحياة التي كانت سائدة في العصور الوسطى، التي لم تعد تعتز بها، بل فضلت عليها نوعًا جديداً من الحرية»[1]. إن تعبير «النهضة» لدى هوسرل لا يشير إلى ذلك المفهوم كما كان يستخدم في الدوائر الأدبية وتلك ذات النزعة الإنسانية (humanist) الإيطالية في القرن الخامس عشر، ولا إلى المفهوم كما يرد لاحقًا في كتابات أرازمس (حيث يتعلق أساسًا بتجديد التعليم والدين)، وإنما يشير إلى مفهوم متعلق بالعلم وبالفلسفة التي لا تنفصل عنه، وهو مفهوم ازداد تبلوراً في نهاية القرن السادس عشر وخلال القرن السابع عشر؛ لذلك يبدو مفهوم النهضة - في هذا السياق - مرتبطًا بالعلم الكلاسيكي (باكورة العلم الحديث)، ويصبو المفهوم إلى أن يكون في آن سلاحًا وأداة تفسير أو على الأقل أداة وصف. استخدم علماء القرن السابع عشر وفلاسفته مفهوم النهضة كسلاح للتأكيد على الاختلاف - الحقيقي أو الوهمي - بينهم وبين الأقدمين ولتعزيز مساهمتهم الخاصة، يظهر ذلك جليًا إذا ما فكرنا في بيكون (Bacon) أو ديكارت (Descartes) أو جاليليو (Galilée)، أمّا كأداة وصف أو تفسير فمصطلح «النهضة» - كما يؤكد هوسرل - ليس مجرد وسيلة تقليدية للإشارة إلى حقبة زمنية، وإنما هو وصف لتلك اللحظة الفريدة التي قامت فيها حركة التحرر الفكري الأوروبية بانتزاع

---

[1] انظر:

E. Husserl, *La crise des sciences européennes et la phénoménologie transcendantale*, tr. G. Garnel, Paris, 1976, p. 12.

نفسها من الجهل والخرافة.

إن ادعاءات هوسرل لا تتناقض مع ما كان سائداً في عصره، فغيره من الفلاسفة والمؤرخين يؤمنون أيضًا بأن «النهضة» و«الإصلاح» و«الثورة العلمية» هي أنسب المفاهيم لوصف الحداثة الكلاسيكية، ويوجد شبه إجماع على هذا التصور الذي ترجع جذوره إلى القرن الثامن عشر، إذ بدأ استخدامه منذ ذلك الوقت لتقديم مفهوم «التقدم اللانهائي» كما في أفكار ويليم وتون (William Wotton) في إنجلترا وفونتنل (Fontenelle) في فرنسا. وفي القرن التاسع عشر أضافت الحركة الرومانسية الألمانية لهذا التصور بعداً أنثروبولوجيا. بغضّ النظر عن جذور هذا التصور، فهو يطرح سؤالاً محورياً حول أصل وتطور الحداثة الكلاسيكية يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالعلم وفلسفته.

خلف ستار الإجماع الظاهري بدأ التصور الذي تحدثنا عنه يتعرض للهجوم على يد بيير دوهم (Pierre Duhem) رغم أنه أحد مفكري المدرسة الفيلولوجية الألمانية. كان بيير دوهم عالم فيزياء فرنسيًا مرموقًا، كما كان مؤرخًا للعلم اللاتيني في العصور الوسطى، وجعلته فلسفته للعلوم، وكذلك قناعاته الدينية والسياسية أكثر إدراكًا من غيره للاستمرارية التاريخية، كما جعلته أكثر انجذاباً نحو العصور الوسطى، لذا نجده يؤرّخ للحداثة الكلاسيكية بداية من اللاتينيين في القرن الرابع عشر، أي كلية ميرتون بأكسفورد وجامعة باريس. وقد نقد هذه الأطروحة عدد من مؤرخي الأفكار العلمية مثل هاسكينز (C.H. Haskins) وكويريه (A. Koyré) وسارتون (G. Sarton) ... الخ، كما انتقدتها بطريقة مغايرة أناليز ماير (Anneliese Maier) في أعمالها المتميزة، ومؤخراً حاول مارشال كلاجيت (Marshall Clagett) أن يعيد التوازن بين الفرقاء، لكن أظهرت هذه المناظرة - وجهود العديد من الباحثين خلال القرن العشرين - أن مفاهيم مثل «النهضة» و«الإصلاح» و«الثورة العلمية» تعجز عن تفسير الوقائع المتراكمة، وأن دور القرن الرابع عشر في تطور العلم الكلاسيكي يبهت إذا ما قورن بالقرنين الثاني عشر والثالث عشر حين بدأ اللاتينيون استيعاب العلم الهيليني والعربي، وقد وقع

هذا قبل «النهضة» بثلاثة قرون. ومن ثم يثبت أن الأساليب التقليدية في تقسيم العصور السياسية أو الثقافية لا تفيد كثيراً في محاولة فهم وتحليل الحداثة الكلاسيكية، وتغيب عن تلك المناظرة الأعمال الإسلامية الأصيلة، وإن كانت حاضرة دائماً من خلال ترجماتها اللاتينية.

العلم في الإسلام

أنتقل الآن إلى موضوع العلم في الإسلام (بدون أن نقتصر على ترجماته اللاتينية) والعلم الكلاسيكي، حيث أهدف إلى بيان أن مزيداً من المعرفة بالعلم العربي تسهم في تحسين قدرتنا على فهم العلم الكلاسيكي من الناحيتين الإبستيمولوجية والتاريخية. سننظر في خاصتين مميزتين للعلم الكلاسيكي:

(١) عقلانية رياضية جديدة،

(٢) التجريب كنمط من أنماط البرهان.

(١) العقلانية الرياضية الجديدة

وللنظر الآن، ليس إلى أحد الفلاسفة مثل هوسرل، وإنما إلى حلاّق بسيط، هو حلاّق بغداد الذي يقول في *ألف ليلة وليلة*:

> «[...] ستجدني أحسن حلاق في بغداد، حكيم مجرّب وصيدلي عميق ومنجّم لا يخطئ، ضليع في النحو والبلاغة، ومؤهّل في علوم الرياضة في الهندسة والحساب وكل مسائل الجبر، في التاريخ أعرف تاريخ الممالك في العالم، بالإضافة إلى ذلك أعرف جميع أبواب الفلسفة وأحفظ في ذاكرتي كل القوانين والتقاليد، وأنا أيضاً شاعر ومهندس [...]»[2].

يتضح من هذا أن كلّ من الرياضيات والجبر كان يشغل مكاناً مميزاً في الموسوعة الدارجة للمعارف في المدن الكبيرة في ذلك العصر، ويذكر الجبر ككيان

---

[2] انظر *ألف ليلة وليلة*.

قائم بذاته؛ فكلمات الحلاق هي أصداء لتصنيفات العلوم كما ترد لدى من هم أكثر علماً، ومنهم على سبيل المثال لا الحصر الفارابي فيلسوف القرن العاشر أو ابن سينا في القرن الذي يليه، فقد اختلفت تلك التصنيفات عن نظيرتها اليونانية، إذ احتفت بذلك العلم الجديد وأطلقت عليه اسماً يخصّه هو: الجبر. فالاهتمام العام بالرياضيات وانتشارها الواسع والمكانة المميزة للجبر فيها هي سمات لما يمكن أن نسميه العلم العربي.

لنعد إلى بغداد في بدايات القرن التاسع كي نلقي نظرة سريعة على أصل تكوين السمات الأساسية لتلك الرياضيات العربية. في تلك الفترة وصلت عملية ترجمة أعمال الرياضيات الهيلينية العظيمة أوجها، وتميزت بسمتين لافتتين:

- قام بالترجمة علماء رياضيات - كثيراً ما كانوا من أبرز العلماء - وكان الدافع للترجمة هو أكثر الأبحاث تقدماً في ذلك العصر.

- لم تكن دوافع البحث نظرية فقط، بل شملت أيضاً احتياجات المجتمع الجديد في مجالات مثل علوم الفلك والبصريات والحساب وكذلك آلات القياس المستحدثة ... الخ.

كانت بدايات القرن التاسع فترة توسع هامة في الرياضيات الهيلينية بالعربية، وفي تلك الفترة بالذات، ومن داخل نخبة العلماء في «بين الحكمة» في بغداد كتب محمد بن موسى الخوارزمي كتاباً في موضوع جديد، بأسلوب جديد، وفي صفحات هذا الكتاب ظهر الجبر لأول مرة كفرع مميز ومستقل من فروع الرياضيات، كان الحدث حاسماً، وقد أدرك معاصرو الخوارزمي ذلك، ويرجع ذلك إلى طبيعة الموجودات التي استحدثت كموضوع للدراسة بقدر ما يرجع الأسلوب الرياضي المتبع، فأسلوب العرض يعطي متتابعة الخطوات التي يجب اتباعها للوصول إلى الحل (خواريزم الحل كما يسمى الآن)، كما يعطي البرهان على صحة الحل الذي نحصل عليه عن طريق تلك الخطوات. وتظهر منذ ذلك الوقت مؤشرات على تلك الإمكانية الهائلة الكامنة التي ستسود الرياضيات من القرن التاسع فصاعداً، ألا وهي تطبيق فروع الرياضيات المختلفة على بعضها البعض، لقد أتاح أسلوب الجبر

وعموم مقاصده هذه التطبيقات التي ستعدل - بكثرتها وتنوعها - بنية الرياضيات باستمرار بعد القرن التاسع. هكذا ولدت عقلانية رياضية جديدة، ونعتقد أن هذه العقلانية تميز الرياضيات الكلاسيكية والعلم الكلاسيكي عموماً.

بدأ خلفاء الخوارزمي رويداً يطبقون الحساب على الجبر، والجبر على الحساب، وكليهما على حساب المثلثات، وكذلك طبّقوا الجبر على نظرية الأعداد لأقليدس وعلى الهندسة، كما طبّقوا الهندسة على الجبر. وضعت بهذه التطبيقات أسس فروع أو على الأقل مباحث جديدة، فصار لدينا جبر كثيرات الحدود والتحليل التوافيقي والتحليل العددي والحلول العددية التقريبية للمعادلات، ونظرية الأعداد الجديدة والبناء الهندسي للمعادلات، وهذه التطبيقات المتعددة لها أيضًا نتائج أخرى مثل فصل موضوع التحليل الديوفانتيني في نطاق الأعداد الصحيحة عن التحليل الديوفانتيني في نطاق الأعداد المنطقة، وهذا الأخير سيصير لاحقًا مبحثًا مستقلاً من مباحث الجبر.

وهكذا نرى كيف تغيرت الرياضيات بدءاً من القرن التاسع واتسع أفقها، فنرى أولاً التوسعات في الهندسة الهيلينية والحساب الهيليني مثل: نظرية القطاعات المخروطية، ونظرية المتوازيات والدراسات الإسقاطية والطرق الأرشيميدية لقياس السطوح والحجوم المنحنية، ومسائل الأشكال ذات المحيطات المتساوية والتحويلات الهندسية؛ فتصبح جميع هذه المجالات موضوعًا لدراسات يقوم بها علماء مرموقون، منهم على سبيل المثال لا الحصر ثابت بن قرة وابن سهل وابن الهيثم، وينجح هؤلاء العلماء بعد دراسات متعمقة في تطوير تلك المواضيع على نهج من سبقوهم أو في تحويرها وتعديلها متى اقتضت الضرورة ذلك. ومن داخل تراث الرياضيات الهيلينية هذا نرى بداية استكشاف مواضيع رياضية ليست هيلينية.

هكذا ستتغير رويداً مكوّنات الرياضيات - لغتها وتقنياتها ومعاييرها - حتى تظهر في صورة جديدة نتأملها من خلال مثالين: التحليل الديوفانتيني في نطاق الأعداد المنطقة والتحليل الديوفانتيني في نطاق الأعداد الصحيحة.

التحليل الديوفانتيني المنطق

يرجع بزوغ التحليل الديوفانتيني كمبحث مستقل إلى خلفاء الخوارزمي، وبالذات إلى أبي كامل الذي كتب كتابه حوالى عام ٨٧٠، وقد ترجم الكتاب إلى اللاتينية في القرن الثاني عشر، وإلى العبرية في القرن الخامس عشر في إيطاليا.

يهدف أبو كامل في كتاب *الجبر* إلى تطوير ما ورد في الأعمال السابقة، وإلى إعطاء عرض منظم لا يكتفي بالمسائل وخوارزميات حلّها، وإنما يكشف عن المنهج كذلك، فقرب نهاية كتابه في *الجبر* يعالج أبو كامل ٣٨ مسألة ديوفانتينية من الدرجة الثانية، وأنظمة تلك المعادلات، وأربعة أنظمة لمعادلات خطية ليس لها حل وحيد، وأنظمة أخرى من المعادلات الخطية ذات الحل الوحيد، ومجموعة من المسائل التي تدور حول المتواليات الحسابية، ومزيد من الدراسة لهذا النوع من المعادلات[3]. تحقق تلك المجموعة من المسائل الهدف المزدوج لأبي كامل: حل المسائل التي لها عدد لا نهائي من الحلول، واستخدام الجبر في حل مسائل جرت العادة على أن يعالجها علماء الحساب. يظهر في *الجبر* لأبي كامل - في حدود علمي - لأول مرة في التاريخ التمييز الصريح بين المسائل التي لها عدد منتهي من الحلول، وتلك التي لها عدد لا نهائي من الحلول. إن دراسة مسائل أبي كامل الديوفانتينية للثماني والثلاثين مسألة تكشف هذا التمييز، وتكشف أيضًا أن تتابع المسائل ليس عشوائيًا، بل إنها تتبع ترتيب يشير إليه أبو كامل ضمنًا، فيضع المسائل الخمس والعشرين الأولى في مجموعة واحدة، ويعطي شرطًا لازمًا وكافيًا لتحديد الحلول المنطقة الموجبة، مثلاً:

$$x^2 + 5 = y^2.$$

[3] انظر:

Istanbul, MS Kara Mustafa Pasha no 379, fol. 79r-110v.

يحوّل أبو كامل المسألة إلى مسألة تقسيم عدد - هو مجموع مربعين - إلى مربعين آخرين، ويحل تلك الأخيرة. وتدل تقنية الحل على إدراك أبي كامل أنه إذا أمكن التعبير عن أحد المتغيرين كدالة منطقة في الآخر، أو بشكل أعمّ إذا أمكن إيجاد تعبير (بارمتري) قياسي عن المتغيرين فكل الحلول ممكنة، بينما إذا أدى المجموع إلى تعبير ذي جذر أصم فلا توجد حلول على الإطلاق. بتعبير آخر لا يعرفه أبو كامل فإن المنحني من الدرجة الثانية إما أن يكون بلا أي نقطة منطقة أو أن يكون مكافئ منطقياً (bi-rationally) للخط المستقيم.

تتكون المجموعة الثانية من ثلاث عشرة مسألة يستحيل التعبير (البارمتري) القياسي عنها، ومرة أخرى باستخدام لغة لا يعرفها أبو كامل، تعيّن تلك المسائل جميعاً منحنيات من الجنس ١ (genus 1) كما في:

$$\begin{cases} x^2 + x = y^2 \\ x^2 + 1 = z^2 \end{cases}$$

التي تعيّن منحنى منحرف من الدرجة الرابعة (skew quartic) في A^3 من الجنس ١.

وبعد نصف قرن سيتوسّع عالم جبر آخر هو الكرجي في التحليل الديوفانتيني القياسي بشكل غير مسبوق. وضع الكرجي علامة هامة في تاريخ الجبر إذ عرف كثيرات الحدود والحساب الجبري على كثيرات الحدود. ويختلف الكرجي عن سابقيه - من ديوفنطس إلى أبي كامل - في التحليل الديوفانتيني المنطق، فلم يعط قوائم بالمسائل وحلولها مثل قوائمهم، بل نظم عرضه على أساس عدد الحدود في العبارة الجبرية والفروق بين قوى تلك الحدود، فمثلاً يعالج الكرجي على التوالي:

$$ax^{2n} \pm bx^{2n-1} = y^2, ax^{2n} + bx^{2n-2} = y^2, ax^2 + bx + c = y^2.$$

وحذا خلفاؤه حذوه في أسلوب التنظيم هذا. من ناحية أخرى تقدم الكرجي في أداء المهمة التي بدأها أبو كامل، حيث يحاول بقدر الإمكان كشف المنهج المستخدم لحل كلّ نمط من المسائل. ونشير إلى المسألة:

$$\begin{cases} x^2 + a = y^2 \\ x^2 - b = z^2 \end{cases}$$

التي تعين منحنى في A^3 من الجنس ١ .

وقد حاول خلفاء الكرجي أن يسيروا على نهجه، لكننا سنكتفي بهذا القدر فيما يخص التحليل الديوفانتيني المنطق بالعربية، لنلقي نظرة على تطور التحليل الديوفانتيني في مجال الأعداد الصحيحة.

التحليل الديوفانتيني في مجال الأعداد الصحيحة

يمكن القول إن التحليل الديوفانتيني في مجال الأعداد الصحية - أو التحليل الديوفانتيني الجديد - تأسس للمرة الأولى خلال القرن العاشر بفضل لجبر ورغما عنه في نفس الوقت، فمن جانب بدأت محاولة البحث عن حلول للمسائل الديوفانتينية من بين الأعداد الصحيحة، ومن جانب آخر استخدم نهج الفصول الحسابية من كتاب *الأصول* لأقليدس، وقد سمح هذا المزج - الذي حدث لأول مرة في التاريخ - بين عالم الأعداد الصحيحة الموجبة (منظوراً إليها كقطع خطوط مستقيمة) والتقنيات الجبرية والبراهين ذات الطابع الأقليدي الصرف تحديداً بولادة التحليل الديوفانتيني الجديد . نعلم أن ترجمة كتاب ديوفنطس *المسائل العددية* لم توفر لهؤلاء الرياضيين مناهج للحل، بقدر ما أعطتهم مجموعة من المسائل في نظرية الأعداد صيغت في ذلك الكتاب، وعلى خلاف سابقهم السكندري شرعوا على الفور في تبويب هذه المسائل وفحصها : تمثيل العدد المكون من مجموع مربعات والأعداد المنسجمة (congruent numbers) الخ .

لنرَ كيف درس رياضي من القرن العاشر مثل الخازن المثلثات القائمة العددية ومسائل الأعداد المنسجمة. يعطي الخازن حل مسألة الأعداد المنسجمة بطريق

مكافئة لما يلي[4]: ليكن لدينا عدد طبيعي a، الشروط التالية متكافئة:

١ - نظام المعادلات

$$\begin{cases} x^2 + a = y^2 \\ x^2 - a = z^2 \end{cases}$$

له حل؛

٢ - يوجد زوج من الأعداد الصحيحة (m, n) بحيث

$$m^2 + n^2 = x^2$$
$$2\,mn = a$$

تحت هذه الشروط يكون a على صورة $(4uv\,(u^2 - v^2))$.

في هذا السياق بدأت أيضًا دراسة تمثيل العدد الصحيح كمجموع مربعات، ويخصص الخازن عدة نظريات في أطروحته لهذا الموضوع، كما كان رياضيو القرن العاشر هؤلاء أول من عالج المسائل المستحيلة مثل الحالة الأولى من نظرية فرما (Fermat)، وبالرغم من هذا لم يتوقف الرياضيون عن الاهتمام بتلك المسألة، بل أعلنوا لاحقًا استحالة الحالة الثانية $x^4 + y^4 = z^4$.

لم يتوقف البحث في التحليل الديوفانتيني في مجال الأعداد الصحيحة بوفاة مؤسسيه بعد منتصف القرن العاشر، بل على العكس استمر من خلفوهم في تطويره بنفس الروح في البداية، ولكن في نهاية تطوره بدأ يسود استخدام الأساليب الحسابية لمعالجة المعادلات الديوفانتينية[5].

---

[4] رشدي راشد، *تاريخ الرياضيات العربية: بين الجبر والحساب*، سلسلة تاريخ العلوم عند العرب ١، بيروت، مركز دراسات الوحدة العربية، ١٩٨٩، ص. ٢٥٥.

[5] انظر:

R. Rashed, « Al-Yazdī et l'équation $\sum_{i=1}^{n} x_i^2 = x^2$ », *Historia Scientiarum*, vol. 4-2 (1994), p. 79-101.

التقليد يستمر

قصدت بهذا العرض لمثال التحليل الديوفانتيني أن أوضح كيف لعب الجبر - الذي ولد في زمن الخوارزمي - دوراً محورياً في تأسيس هذا الفرع الجديد وفي التحولات التي طرأت عليه، وكما رأينا فقد أمكن تأسيس التحليل الديوفانتيني المنطق كجزء من الجبر من خلال جدالية الجبر والحساب، ومنذ ذلك الوقت، من الخازن حتى أويلر (Euler) سيحتوي كل كتاب هام في الجبر على فصل في التحليل الديوفانتيني المنطق. في هذه المرحلة يولد التحليل الديوفانتيني في مجال الأعداد الصحيحة، ويكون على هذا المبحث الامتثال لمتطلبات البرهان، وتظهر مع هذه المباحث عقلانية رياضية جديدة؛ تعترف بالحلول التي عددها لا نهائي كحل أصيل للمسألة، ويتيح لنا هذا الوضع أن نفرق بين أنواع متعددة من حالات الحلول التي عددها لانهائي - مثال ذلك التفرقة بين المتطابقات وغيرها من الحالات التي يكون فيها عدد الحلول لا نهائيًا - كما يتيح لنا أن ندرس بشكل إيجابي الحالات التي يستحيل فيها الحل كموضوع للبناء والبرهان[6]. وسنجد أن كل هذه السمات هي ما ميز التحليل الديوفانتيني كما تصوره كلٌّ من باشيه دي ميزيراك (Bachet de Méziriac) في القرن السابع عشر وفرما، حتى أعطى فرما في حوالى ١٦٤٠ روحًا جديدة لهذا المبحث حين اخترع أسلوب التناقص اللانهائي (method of infinite descent)[7]، ولكن هذه قصة أخرى.

ما وصفنا أعلاه يمكن تسميته بالاستمرارية المعرفية، والسؤال الذي يطرح نفسه الآن هو هل تناظر تلك الاستمرارية المعرفية استمرارية تاريخية؟ وما هي تلك الاستمرارية؟ لكي أجيب عن هذا السؤال أذكر بفيبوناتشي (Fibonacci) المعروف أيضًا بليوناردو بيزانو (Leonardo Pisano)، وهو من أهم رياضيي العصور

---

[6] رشدي راشد، *تاريخ الرياضيات العربية: بين الجبر والحساب*، ص، ٢٣٥.

[7] جان إيتار، *مقالات في تاريخ الرياضيات* ، باريس: بلونشار، ١٩٨٤.

J. Itard, *Essais d'histoire des mathématiques* (قدمها رشدي راشد), Paris, 1984, p. 229-234.

الوسطى اللاتينيين ومصدر العديد من كتابات النهضة.

عاش فيبوناتشي (من ١١٧٠ إلى ما بعد ١٢٤٠)، في الجزائر وسافر إلى سورية ومصر وصقلية، وكان على اتصال بالإمبراطور فريدريك الثاني وبلاطه، وكان في هذا البلاط عدد من دارسي العربية المهتمين بالرياضيات العربية مثل يوحنا البلرمي (John of Palermo) ومتحدثي العربية الملمّين بالرياضيات مثل ثيودور الأنطاكي (Theodore of Antioch). كتب فيبوناتشي في التحليل الديوفانتيني كتاب *Liber quadratorum* الذي يراه مؤرخو الرياضيات عن حق أهم إسهام في نظرية الأعداد في العصور الوسطى اللاتينية قبل إسهامات Bachet de Méziriac وفرما. والغرض الذي يعلنه فيبوناتشي نفسه لكتابه هو حل نظام المعادلات:

$$\begin{cases} x^2 + 5 = y^2 \\ x^2 - 5 = z^2 \end{cases}$$

الذي عرضه عليه يوحنا البلرمي. وهذه المسألة بالذات من مسائل التحليل الديوفانتيني تكرر ظهورها مراراً في أعمال الكرجي وكثيرين غيره، وعمومًا فإن أهم النتائج التي تظهر في *Liber quadratorum* هي ذات النتائج التي حصل عليها الرياضيون العرب في القرنين العاشر والحادي عشر أو تشبهها إلى حد كبير، بالإضافة إلى ذلك وضعت تلك النتائج في ذات السياق الرياضي وهو نظرية الثلاثيات الفيثاغورية (Pythagorean triplets)، ونستنتج من هذا ما سبق أن ما كتبه جينو لوريا (Gino Loria) – وهو مؤرخ بارز لا يمكن التشكيك في إعجابه بفيبوناتشي: «يصعب إنكار أن ليوناردو بيزانو اقتيد إلى بحث سبق أن لخصه (محمد بن حسين الخازن)، ويظهر اعتماده عليه بجلاء في الجزء اللاحق من *Liber quadratorum* حيث يعالج الأعداد المتجانسة».

مما سبق نرى أن كتاب *Liber quadratorum* ينتمي بحق إلى المدرسة العلمية لرياضيي القرن العاشر الذين أبدعوا التحليل الديوفانتيني في نطاق الأعداد الصحيحة.

ليست حالة فيبوناتشي حالة فريدة، ولكن يمكننا القول إنها حالة نموذجية

إذا أخذنا في الاعتبار المستوى الذي وصلت إليه، فمن منظور معيّن يبدو هذا الرياضي أحد عظماء الرياضيات العربية بين القرنين التاسع والحادي عشر، بينما يبدو من منظور آخر كأحد علماء الرياضيات اللاتينية بين القرن الخامس عشر والسابع عشر.

أوضح لنا المثال السابق كيف عادت جذور الحداثة العلمية الكلاسيكية إلى القرن التاسع، وكيف استمرت تتطور حتى نهايات القرن السابع عشر، ويستمر التحليل الديوفانتيني المنطق على نفس المنوال في القرن الثامن عشر، بينما يتغير التحليل الديوفانتيني في نطاق الأعداد الصحيحة تغيراً جذرياً في منتصف القرن السابع عشر. ورأينا أيضًا كيف كانت لغة تلك الحداثة في بدايتها هي العربية، وكيف انتقلت من خلال اللاتينية والعبرية والإيطالية، قبل أن تصبح جزءاً من أبحاث جديدة ذات شأن، وأخيراً رأينا كيف كان الجبر هو النواة العقلية لتلك الحداثة وأن شروط وجودها كانت متأصلة في الموجودات الجديدة التي حواها هذا الفرع.

يبتعد بنا السرد السابق عن المواقف السائدة، ويظهر مصطلح «النهضة» عاجزاً عن وصف حقائق الرياضيات.

(٢) التجريب كنمط من أنماط البرهان

لنتأمل الآن السمة الثانية من سمات الحداثة العلمية الكلاسيكية: ألا وهي المعايير التجريبية كمعايير للبرهان، باختصار نتج من تضييق الفجوة بين العلم والفن وتغير العلاقة بينهما في الحضارة الإسلامية - وهي حضارة كان دور المدينة فيها أكبر بكثير من الحضارات السابقة عليها - توسع في البحث التجريبي، كما تولّد تصوّر مبهم للتجريب، ومنذ ذلك الوقت تزايد الاستخدام المنتظم للإجراءات التجريبية؛ مثال ذلك التصنيفات في علمي النبات واللغة، وتجارب السيمياء، والتجارب الضابطة والمشاهدات الإكلينيكية والتشخيص المقارن عند الأطباء، ومع ذلك كان من الضروري تأسيس علاقات جديدة بين الرياضيات والفيزياء حتى يأخذ مفهوم التجريب - الذي لم يزل مبهماً - وضعه كمكوّن منهجي من مكوّنات

البرهان. كان ذلك مفهومًا جديداً تمامًا، ولا يجوز الخلط بينه وبين المشاهدات المنضبطة أو حتى ذات القياسات في الفلك، إذ صار ضروريًا أن تؤخذ في الاعتبار الطبيعة الوجودية ذاتها للظواهر محل الفحص. كان علم البصريات أول مبحث يظهر فيه مثل هذا التصور ثم تبلور أكثر في الميكانيكا، وقد ظهر أول ما ظهر في كتابات ابن الهيثم، وبالذات في كتاب *المناظر* الذي ترجم إلى اللاتينية في القرن الثاني عشر ثم إلى الإيطالية، وأعاد ريزنر (Risner) إصداره في القرن السادس عشر، وكان مرجعًا لكل باحثي العصور الوسطى، ثم كبلر (Kepler) وديكارت (Descartes) ومالبرانش (Malebranche) في زمن لاحق[8].

كي نتفهم ظهور المعايير والممارسات الجديدة يجب أن نعود في عجالة إلى مشروع ابن الهيثم. كان ابن الهيثم مشغولاً بإصلاح منظومة علم البصريات وهو ما دفعه إلى مراجعة مجالاته المختلفة واحداً بعد الآخر: المناظر والظواهر الضوئية الطبيعية وانعكاس الأشعة الضوئية والمرايا المحرقة وانكسار الأشعة الضوئية والكرة المحرقة، وعلم البصريات الفيزيائي. المسألة الجوهرية في هذا الإصلاح كانت التمييز بين القوانين التي تحكم انتشار الضوء والقوانين التي تحكم إبصار الأشياء، أدى هذا الإصلاح من ناحية إلى إعطاء سند فيزيائي لقوانين انتشار الضوء - هو ذلك التماثل الرياضي الفعلي بين النموذج الميكانيكي لحركة كرة تتصادم مع حاجز وبين الحركة الشبيهة لأشعة الضوء ومن ناحية أخرى أدى إلى استخدام الأساليب الهندسية والتجريب في كل مكان. تغير معني علم البصريات ولم يعد يعني ما كان يعنيه لليونانيين - أي هندسة المنظور - بل صار مكوّنًا من جزأين: أولاً نظرية للإبصار، يرتبط بها أيضًا تركيب العين وسيكولوجية الإدراك، وثانيًا نظرية للضوء يرتبط بها علم المناظر الهندسي وعلم البصريات الفيزيائي، كما نتج من هذا الإصلاح

---

[8] حول كتابات ابن الهيثم في البصريات، انظر مؤلفاتنا: *علم المناظر والرياضيات، بحوث في تاريخ الفكر العلمي العربي*، الدرشوت، ١٩٩٢؛ *الهندسة وعلم انكسار الضوء في القرن العاشر: ابن سهل، القوهي، ابن الهيثم*، سلسلة تاريخ العلوم عند العرب (٣)، بيروت، ١٩٩٦، الطبعة الثانية عام ٢٠٠٢.

بروز أسئلة جديدة لم تكن قد صيغت من قبل، مثال ذلك فحص العدسات الكروية والكاسر الكروي - من خلال دراسة الانكسار - بصفتها أدوات بصرية لا آلات حارقة. كما أدى هذا الإصلاح إلى ممارسة الدراسة بطريقة جديدة هي التجريب وظهور معجم جديد.

ماذا يعني «التجريب» (experimentation) عند ابن الهيثم؟ تتعدد معاني التجريب ووظائفه في أعمال ابن الهيثم بقدر تعدد العلاقات بين الرياضيات والفيزياء. يؤسّس ابن الهيثم تلك العلاقات بمناهج متباينة، وهو لا يعالج تلك المناهج كموضوع قائم بذاته إلا أنها موجودة بشكل ضمني في أعماله المختلفة، ويمكّننا من تحليلها.

المساهمة الأساسية لابن الهيثم في مجال البصريات هي إصلاح علم المناظر الهندسي. والعلاقة الفريدة بين الرياضيات والفيزياء في علم المناظر الهندسي هي تشاكل أبنية. كان ابن الهيثم قد عرف أشعة الضوء مما مكّنه من الكتابة عن ظواهر انتشار الضوء بما فيها ظاهرة تشتته بحيث تتسق مع قوانين الهندسة، وابتكر عدداً من التدابير التجريبية لمراجعة صحة النظريات التي كانت مصاغة طبقًا لقوانين الهندسة، أي أن هذه التجارب كانت مصممة للتحقق من قوانين علم المناظر الهندسي. تتضح من قراءة أعمال ابن الهيثم حقيقتان هامتان: أولاً لم يكن الهدف الوحيد من تصميم تجارب ابن الهيثم هو اختبار بعض الادعاءات الكيفية، بل كان الهدف أيضًا الحصول على نتائج كمية. ثانيًا كانت الأجهزة والتدابير التي ابتدعها ابن الهيثم متنوعة ومعقدة بالنسبة إلى زمنها، ولم تقتصر على الأجهزة التي استخدمها علماء الفلك.

نجد في علم البصريات الفيزيائي نوعًا آخر من العلاقات بين الرياضيات والفيزياء، ولاحقًا معنى ثانيًا لكلمة «التجريب». في هذه المرحلة سنجد أن مساهمة الرياضيات هي ذلك التماثل بين الرسومات الهندسية لحركة جسم ثقيل والرسومات الهندسية للانعكاس والانكسار، أي أن الرياضيات أدخلت في علم البصريات الفيزيائي عن طريق رسومات هندسية ديناميكية تمثل حركة الأجسام

الثقيلة التي كان مفترضاً أن وصفها الرياضي قد اكتمل. بسبب هذا التوصيف الرياضي الأولي لمفاهيم نظرية الفيزياء أمكن نقل تلك النظرية إلى المستوى التجريبي، كانت هذه مرحلة مؤقتة لكنها أتاحت مستوى من الوجود لمفاهيم منضبطة إجرائيًا وإن كانت معانيها غير محددة بوضوح، مثال ذلك تخطيط ابن الهيثم لحركة المقذوف، الذي استخدمه بعد ذلك كل من كبلر وديكارت.

هناك نوع ثالث من التجريب لم يمارسه ابن الهيثم بنفسه - وإن كانت إصلاحاته واكتشافاته في البصريات هي التي سمحت بظهوره - نراه في أعمال الفارسي في القرن الثالث عشر. هنا تنحو العلاقة المؤسسة بين الرياضيات والفيزياء نحو بناء نموذج، بحيث يختزل انتشار الضوء داخل وسط طبيعي - عن طريق الهندسة - إلى انتشاره داخل أداة مصنوعة، مما يعني أننا بصدد تعريف تناظر رياضي تمثيلي بين الطبيعي والأداة المصنوعة؛ مثال ذلك الكرة المملوءة بالماء لتفسير ظاهرة القوس القزح. ووظيفة التجريب هنا هي التعبير عن الشروط الفيزيائية لظاهرة ليس لدينا طريقة أخرى لدراستها مباشرة.

يمكننا إضافة أمثلة أخرى لأنواع التجريب التي ذكرناها، ولكن يكفينا أن نقول إنه برغم اختلاف وظائف هذه الأنواع الثلاثة إلا إنها جميعاً آليات ضبط، كما أنها مستويات وجود لمفاهيم إجرائية، لذلك فهي تختلف جوهرياً عن المشاهدة بما في ذلك الرصد الفلكي، ففي كل نوع من الأنواع الثلاثة نجدنا في موقف يقوم فيه العالم ببناء الشيء موضوع الدراسة بنفسه حتى يمكنه أن يتأمله، ومن ثم يحقق في العالم المحسوس فكرة لم تكن ممكنة التحقيق من قبل.

بقيت إصلاحات ابن الهيثم حية بعده، وكذلك ما أرساه من اعتبار التجريب جزءاً لا يتجزأ من البرهان في الفيزياء. إن التسلسل الذي يبدأ بابن الهيثم ليصل إلى كبلر وغيره من علماء القرن السابع عشر ثابت، لهذا كانت المعرفة بالعلم العربي ضرورية حتى نتفهم الحداثة الكلاسيكية، إذ تمكننا من فهم كيف أدخلت المعايير التجريبية في العلم، كما أمكن أن نفهم بشكل أفضل ظهور بعد جديد للتجريب في نهايات القرن السابع عشر وهو «التدقيق».

خاتمة

ختامًا نذكّر بالنقطتين المركزيتين في هذه المقالة، بداية رأينا أن الإمكانات الجديدة التي أتاحها الجبر كانت منشأ استراتيجية جديدة وعقلانية جديدة. كانت هذه الاستراتيجية نتاجًا طبيعيًا لتطور الجبر بعد الخوارزمي ولعلاقة الجبر بغيره من فروع الرياضيات، وتمثلت هذه الاستراتيجية في الكشف الدائم عن مزيد من الأبنية والعمليات في الجبر، والشروع في جدلية التطبيق التي سبق أن أوضحناها في علاقته بالفروع الأخرى. أما العقلانية الجديدة فهي تقوم على الطبيعة الجديدة لمواضيع الرياضيات التي جعلت في الإمكان ما لم يكن ممكنًا من قبل، من أمثلة ذلك أن الموضوع الواحد يمكن أن يدرس كهندسة أو كحساب، وأن المسألة يمكن أن يكون لها عدد لا نهائي من الحلول كلها صادقة، وأن يكون الحل الصادق للمسألة هو القول بأنها مسألة يستحيل حلها، وأن نفس الخطوات يمكن تطبيقها على أشياء مختلفة بدون الحاجة إلى مزيد من التبرير... الخ.

شاهدنا كذلك بزوغ مفهوم جديد للبرهان في الفيزياء، وكيف صار المتعارف عليه منذ ذلك الحين أن مستوى وجود الشيء الفيزيائي لم يعد مستوى وجوده «الطبيعي» وإنما نطاق عالم التجريب.

هذه العقلانية الجديدة التي نقول عنها اختصاراً إنها جبرية وتجريبية تميز الحداثة الكلاسيكية، وقد أسست في الفترة بين القرن التاسع والقرن الثاني عشر على يد علماء عاشوا في بقاع متباعدة، من أسبانيا المسلمة حتى الصين، وكتبوا جميعًا باللغة العربية، وقد استحوذ العلماء على تلك العقلانية الجديدة منذ القرن الثاني عشر، ثم ظهرت نسخة محسنة منها في القرن السادس عشر، لذا يبدو أن المرء إذا أراد أن يفهم حقيقة الحداثة الكلاسيكية فعليه أن يبتعد عن تقسيم الزمن إلى عصور أو حقب بالأسلوب الدارج لدى المؤرخين، فهذه التقسيمات أساسها صلات سببية بين أحداث تاريخ النهضة السياسية والدينية والفنية وأحداث العلم، وإنما علينا أن نبحث عن طريق الحقيقة ونترك جانبًا الأساطير والخرافات التي حادت بمفكر عظيم كهوسرل عن الصواب.

الفصل الثاني



أولاً: تجديد الأصول:
نشأة الفكر العلمي والفلسفي في الإسلام

يجمع مؤرّخو العلوم العربية والفلسفة الإسلامية على اختلاف انتماءاتهم الفكرية على القول بأهمية الأصول اليونانية، ويعرفون حق المعرفة أنهم إذا أهملوا الأخذ بهذه الأصول، فلن يمكنهم بحال فهم نشأة الفكر العلمي والفلسفي في الإسلام، ومن بعد في أوروبا اللاتينية. وهذا الإجماع لا يدعو إلى الدهشة، إذ يكفي الاطّلاع على التطور الفعلي لحقول العلوم والفلسفة في الإسلام لمعرفة أثر هذه الأصول، بل يكفي قراءة ما أتى به المؤرخون ومؤلّفو كتب الطبقات كإسحاق النديم مثلاً. ويعرف مؤرخو العلوم والفلسفة أيضًا تعدد هذه الأصول وكثرتها مما ميز ظاهرة الترجمة من اليونانية إلى العربية عن كل الظواهر المماثلة مثل الترجمة، سواء من اليونانية إلى السيريانية أو من العربية إلى اللاتينية فيما بعد. وعلى الرغم من ذلك لم تحظ هذه الأصول بالاهتمام الذي تستحقه؛ فلم يزل أكثرها لم يحقق بعد التحقيق المتأني المطلوب، ولم يدرس بعد حق الدراسة. هذا هو حال مجسطي بطلميوس و*أصول* أقليدس، وكتب جالينوس على سبيل المثال، وهو أيضًا حال الكثير من الأصول الفلسفية، رغم ما بذله عبد الرحمن بدوي من جهد مشكور. فغياب المؤسسات الجادة لتهيئة المتخصصين في الوطن العربي والإسلامي هو المسؤول.

حقًا، لقد قام بعض المستشرقين مشكورين منذ القرن التاسع عشر بدراسة ترجمة هذا الأصل أو ذاك إلى العربية. إلا أن القصد لم يكن معرفة دور هذه الأصول في تكوين الفكر العلمي والفلسفي العربي، وإنما ترميم المؤلفات اليونانية

التي فقدت في لغتها الأم ولم يبق إلا ترجمتُها العربية وذلك لمعرفة التراث اليوناني. وأدى هذا النحو من الدراسة إلى نسيان ما هو أساسي في ظاهرة النقل، أعني دوافعَه وامتداداته والصور المختلفة التي اتخذها، أو بعبارة أخرى إلى دوره في نشأة الفكر العلمي والفلسفي بالعربية. ولفهم هذه الظاهرة علينا إذاً التخلّي عن مفهوم النقل والترجمة المهمين والمنتشر، بل علينا أن نرجع إلى تاريخ نشأة الفكر العلمي والفلسفي ودور الأصول اليونانية فيه. عندئذٍ سنرى أن هذا النقل لم يكن نقلَ نسخ وتقليد واستيعاب، ولكنه كان نقل إصلاحٍ وتجديد، أدى إلى خلق فكر علمي وفلسفي مبتكر.

هذا ما سأحاول بيانه رغم ضيق الوقت وقصر الباع. سأقتصر في عرضي هذا إذن على بعض الأمثلة وخاصة مثل الكندي العالم والفيلسوف.

وأود قبل الحديث عن نقل الأصول أن أشير إلى ثلاثة أمور: أولها عدم التواصل التاريخي للبحث العلمي، رغم التواصل الحضاري والثقافي في شرق حوض البحر الأبيض المتوسط، ثانيها البعد الاجتماعي لظاهرة نقل الأصول اليونانية إلى العربية، وثالثها هو الموقف المعرفي الذي تبنته جمهرة العلماء والفلاسفة إزاء الإرث العلمي والفلسفي اليوناني.

يرجع عدم تواصل البحث العلمي بين الفترة الهلينستية وما بعدها إلى توقف البحث الخلاق في الرياضيات والعلوم باليونانية في غضون القرن الثالث الميلادي. ففي هذا القرن والقرن الذي يليه غلب الشرح على الابتكار، كما تشهد على ذلك أعمال پاپوس الإسكندراني في القرن الثالث وأعمال ثيون الإسكندراني في القرن الرابع وابنته هبيثيا. كانت الفلسفة أسعد حظًا من العلوم، إلا أنها أصبحت هي الأخرى فلسفة كبار الشراح مثل سنبلقيوس ويحيى النحوي. وعلى تصاريف الأحوال خمدت نار الفكر، واختفت آثار الأعمال الهامة قبل ظهور الإسلام بقرن على الأقل.

أما عن البعد الاجتماعي لظاهرة نقل الأصول اليونانية إلى العربية، فلم يدرس بعد. ولكن يمكن لفت النظر إلى أمرين هامين، أولهما هو نقل دواوين الدولة البيزنطية وترجمتها إلى العربية قبل نقل النصوص العلمية والفلسفية.

وخلال نقل الدواوين وترجمتها نُقل معها كثير من المعارف المرتبطة بالدواوين، أعني من حساب وهندسة أولية وتقنيات متعددة. في هذه الفترة التي شهدت تعريب الدواوين والنقود وأسلمة المجتمع - خاصة في خلافة هشام بن عبد الملك (٧٢٤-٧٤٣) أخذ البعض المبادرة لنقل بعض الأعمال اليونانية. ويدل على هذا ما يروى عن خالد بن يزيد وغيره. وسواء أ كانت هذه الروايات صحيحة أم لا فهي تدل على بداية الاهتمام بالترجمة لتلبية حاجات آنية وذلك بفضل مبادرات فردية. بعد هذه الفترة ومع بداية الدولة العباسية تكاثر عدد الترجمات وبدأت ترجمة الأصول، ولعل أولها كان نقل «مقدمة» ثيون الإسكندراني لكتاب *المجسطي* لبطلميوس، وهي الترجمة التي وصفها النديم في فهرسه بأنها «نقل قديم».

أدت سياسة تنفيذ المشاريع الضخمة التي ارتبطت بانتقال السلطة إلى العباسيين، وخاصة التخطيط للمدن بما استلزمته من معارف فلكية وهندسية وحسابية إلى تشجيع الترجمة، كما يشهد على ذلك ما تم في خلافة المنصور (٧٥٤-٧٧٥)، فعند تأسيس بغداد مثلاً ظهرت مسائل جديدة حثّت على البحث في تأليف الجداول الفلكية، والمعارف الجغرافية الرياضية، وكذلك بعض المعلومات الهندسية مثل إسقاط الكرة على سطح مستوٍ، الخ. وهنا بدأت ترجمة بعض الأصول.

وباختصار شديد، كان لتدخل السلطة السياسية ودعوتها إلى نقل بعض الأصول اليونانية وكذلك بعض الأصول من لغات أخرى، وذلك للإجابة عن حاجات بحث جديد، جلّ الأثر لبداية مرحلة ثانية من مراحل الترجمة، مع بدايات الخلافة العباسية.

بقي الموقف المعرفي لعلماء هذه الفترة. وهنا سأترك الكلمة لأبي يوسف الكِنْدي؛ يقول «وينبغي لنا ألا نستحْيي من استحسان الحق، واقتناء الحق، من أين أتى، وإن أتى من الأجناس القاصية عنا، والأمم المباينة، فإنه لا شيءَ أَوْلى بطالب الحق من الحق، وليس يَخُسُ الحقُ ولا يصغر بقائله، ولا بالآتي به، ولا أحدَ يَخُسُّ بالحق، بل كلّ يشرفه الحق». ويقصد الكندي بالأجناس البعيدة والأمم المبانية:

اليونان خاصة. ويعبّر موقف الكندي هذا عن موقف عام، فلم يُرفض العلم على أنه دخيل، ولم ينظر إلى الأوائل شزراً، ولا إلى أفكارهم بغضاً - إلا في فترات متأخرة، ضعف فيها المجتمع الإسلامي وفي حلقات المتزمتين. إلا أن تبجيل الأوائل لم يحل دون الخلق والابتكار، كما لم يُحل دون النقد والاعتراض. فالكندي نفسه لن يتردد، كما سنرى، في نقد أقليدس، أو كما قال «لا شيءَ أولى بطالب الحق من الحق». نقل بعض الأصول اليونانية، وكذلك بعض الأصول من لغات أخرى. وقد يعود إلى هذه المرحلة الوسيطة، عدة ترجمات قديمة، بقيت مجهولة حتى عهد قريب.

تسارعت حركة النقل هذه لتدخل مرحلة ثانية، حيث أصبحت الترجمة «مؤسسة» ومهنة في آن واحد. فلقد تميزت هذه المرحلة من تلك التي سبقتها بعدد الأصول التي ترجمت، وتنوعها، ومهارة المترجمين وتخصصهم. ففي هذه المرحلة أصبحت الترجمة مهنة علمية ومؤسسة. هذا التحول بدأ في عهد المأمون واستمر في تصاعد مع خلفائه، ويعود إلى أسباب عدة، أحدها هو التحول في المجموعة الإجمالية للمعارف. فبين منتصف القرن الثامن الميلادي ومنتصف القرن التاسع ظهرت عدة علوم ترتبط مباشرة بالمجتمع الجديد، بعقيدته وبتنظيمه؛ ظهرت مثلاً العلوم اللازمة لفهم النصوص الدينية وتفسيرها، وظهر كذلك طيف كامل من العلوم اللغوية بما فيه علم المعاجم المبني على بحث جديد في علم الأصوات وعلى وسائل رياضية (التحليل التوافيقي) مع الخليل بن أحمد، وكذلك علم الكلام بمدارسه المتعددة، وكذلك العلوم التاريخية بما فيها علم الرجال والتحليل النقدي، وكذلك الفقه ومدارسه، وأصول الفقه، وعلم الفرائض، بل وحساب الفرائض كما نجده عند الشيباني مثلاً، وكذلك علم التفسير ... الخ. ولقد بيّنتُ عند تحقيقي لكتاب محمد بن موسى الخوارزمي في الجبر ما تدين به نشأة هذا العلم الجديد إلى علم اللغة وإلى حساب الفرائض عند الفقهاء من مدرسة أبي حنيفة.

نرى إذن أن موسوعة العلوم أضحت في نهاية القرن الثامن وبداية القرن التاسع بعيدة كل البعد عن الموسوعة اليونانية. وسيقدم أبو نصر الفارابي لاحقاً في

كتابه «إحصاء العلوم» لوحة إجمالية عن محتوى هذه الموسوعة الجديدة.

غير أن هذه الموسوعة الجديدة لم تعكس فقط تنوع العلوم وثقافة العصر، بل عكست أيضًا ظاهرة جديدة: وهي ظاهرة الاختصاص المتزايد. لم يعد كافيًا القول بأن هذا العالم أو ذاك ينتمي أساسًا إلى فن أو فنين مترابطين - كونه متكلمًا وفقيهًا مثلاً - أو بل يجب داخل الفن نفسه تحديد المدرسة التي ينتمي إليها: الكوفة أو البصرة لعالم النحو، أو البصرة وبغداد للمتكلم ... الخ. ولقد زاد عدد المتخصصين باستمرار مما أدى إلى تكوين مجتمع من العلماء والمثقفين في حاجة إلى معارف جديدة في الفلسفة، في الفيزياء لمناقشة مسألة الجوهر الفرد مثلاً، في علم الهيئة، ومن ثم في الرياضيات ... الخ. واستدعت وظائف الديوان وكذلك وظيفة «الكاتب» ووظيفة المحتسب وغيرهما إلى ثقافة عامة في ميادين متعددة: الحساب، الفقه، الأدب، الخ. وهكذا أصبح لعلوم الأوائل - من فلك ورياضيات ومناظر، الخ - حاجة وجمهور، مما يفسر ازدياد الطلب على الترجمة وتحولها إلى مؤسسة، وحول الإرث اليوناني نفسه إلى مؤسسة، أو بعبارة أخرى كان البحث فيما يمكن أن نسميه الآن العلوم الإنسانية والاجتماعية هو الذي هيأ الطريق إلى البحث في العلوم الرياضية وغيرها. ومن ثم إلى نقل علوم الأوائل. أما عن هذه المؤسسات الجديدة، فلم تكن تضم أفراداً فحسب، كما كان الحال في السابق، بل مجموعات وفرقًا متنافسة : مجموعة الكندي ومساعديه، مجموعة بني موسى وفريق حنين بن إسحاق، الخ. كل ذلك شكّل وسائل لدمج الإرث اليوناني في المدينة العلمية الجديدة.

على سبيل المثال: ضمّ «بيت الحكمة» الذي أسسه المأمون في بغداد علماء فلك مثل يحيى بن أبي منصور، ومترجمين من اليونانية مثل الحجاج بن مطر - مترجم كتاب *الأصول* لأقليدس ولمجسطي بطلميوس - وعلماء رياضيات، منهم الخوارزمي؛ كما ضم لاحقًا فريق بني موسى.

يظهر تنظيم الترجمة في تلك الحقبة سمتين مترابطتين: جرت الترجمة على نطاق واسع، ولم تقتصر على المؤلفات ذات الهدف التطبيقي أو العملي. وقد تم أكثر من مرة أن أعيد ترجمة كتاب ترجم من قبل في المرحلة الأولى أو في بداية

المرحلة الثانية. وهكذا ترجم كتاب *الأصول* لأقليدس ثلاث مرات، وترجم *المجسطي* على الأقل ثلاث مرات. وإعادة الترجمة هذه تجاوبت مع تغير معايير الترجمة. أصبحت الترجمة عمل أفراد ينتمون إلى مدارس ومجموعات متنافسة، وأصبح المترجم ذا تكوين متعدد، فهو يعرف اليونانية - السريانية - ويجيد العربية وخبير في العلم الذي يترجمه - ولعل سيرة حنين بن إسحاق المعروفة خير دليل على هذا. فلقد تعلم الطب عند يوحنا بن ماسويه، ثم ذهب إلى البصرة ليتقن العربية على يدي الخليل بن أحمد، ورحل إلى إحدى المدن اليونانية لإتقان اللغة اليونانية. كل هذه السمات التي اتسمت بها الترجمة في مرحلتها الثانية تكشف عن ظاهرة لم يلتفت إليها، وهي الصلة الحميمة بين نقل الأصول والبحث العلمي. وهذه العلاقة هي التي سأقف عليها الآن.

لا يمكن بحال فهم نقل الأصول من اليونانية إلى العربية إذا نسينا البحث العلمي والفلسفي، فالبحث العلمي والفلسفي كان الضوء الهادي لاختيار الكتب التي ترجمت، وهو الذي حدد معايير الترجمة. وسأستعين ببعض الأمثلة لتوضيح هذه الجدلية بين النقل والبحث. واختيار هذه الأمثلة يخضع إلى أنها تعبّر عن ظروف وأوضاع مختلفة. وسآخذ هذه الأمثلة من علم المناظر ومن علم الهندسة ومن علم العدد ومن علم الهيئة.

وسأبدأ بعلم المناظر، وبعناوين الأصول اليونانية التي نقلت إلى العربية وأسماء مؤلفيها.

١- كتاب «المناظر» لأقليدس، الذي ترجم إلى العربية مرتين على الأقل، إحداهما قبل منتصف القرن التاسع الميلادي: شرح الكندي هذا الكتاب شرحاً نقدياً انطلاقاً من أبحاثه في علم المناظر.

٢- كتاب «المناظر» لبطلميوس، وهو أهم ما كتب في اليونانية في هذا العلم. فقد نصّه اليوناني، كما فقدت ترجمته العربية التي لم تتم على الأرجح قبل نهاية القرن التاسع الميلادي، أي بعد وفاة الكندي، ولم يبق من هذا الكتاب سوى الترجمة اللاتينية للترجمة العربية.

٣- كتاب «علم انعكاس الضوء» المنسوب إلى أقليدس. ولقد بيّنا وجود آثار منه بالعربية، خصوصًا في كتاب قسطا بن لوقا «في علل ما يعرض في المرايا من اختلاف المناظر».

٤- كتاب «المرايا المحرقة» لديوقليس. فُقدَ الأصل اليوناني ولم يبق إلا النقل العربي، وهو نقل مبكر، كما يتبين من فحص المفردات والعبارات المستخدمة.

٥- «المرايا المحرقة» (المفارقات الميكانيكية) لأنثميوس الترالّي. النص اليوناني الذي وصل إلينا غير كامل. ترجم هذا الكتاب إلى العربية مرتين أو ربما ثلاث مرات. تمّت الترجمة الأولى قبل منتصف القرن التاسع، كما تمّت الترجمة الثانية فيما بعد. وانتقد الكندي أنثميوس، وأصلح بعض براهينه في كتابه «في الشعاعات الشمسية». وطوّر هذا الكتاب فيما بعد عطارد الحاسب في القرن العاشر.

٦ - كتاب «المرايا المحرقة وجوامع المخروطات»، وهو ترجمة عربية لكتاب يوناني مفقود لمؤلف اسمه دترومس، لم نهتدِ إلى هويته بعد.

يضاف إلى هذه المجموعة عدة عناوين أقل أهمية ككتاب «علم انعكاس الضوء» لهيرون الإسكندراني، ولقد بقيت عدة مقاطع من ترجمة عربية قديمة.

هذه هي مجمل النصوص التي نقلت إلى العربية في علم المناظر وعلم انعكاس الضوء. من هذه اللائحة نستخلص النتائج التالية:

١- نقل إلى العربية المؤلفات اليونانية الأساسية في هذا الحقل؛

٢- نقل النص نفسه أكثر من مرة أحيانًا؛

٣- نقلت عدة مؤلفات إلى العربية قبل منتصف القرن التاسع؛

٤- خضعت هذه الأصول منذ البداية إلى نقد وتجديد مما يبين أنها ترجمت من أجل البحث العلمي. ولبيان هذا فلنأخذ على سبيل المثال كتاب «المفارقات الميكانيكية» لأنثميوس الترالي.

نقل هذا الكتاب إلى العربية في الوقت الذي بدأ فيه الكندي وقسطا بن لوقا البحث في هذا الميدان. فلقد كتب الكندي رسالة كاملة عن المرايا المحرقة. في

هذه الرسالة ينتقد الكندي مواضع الضعف في كتاب أنثميوس، ويبرهن على مجموعة كبيرة من النتائج الجديدة. وهذا التقدم الذي أحرزه الكندي وآخرون من بعده، أدى إلى نتيجة فيها شيء من المفارقة، فمن ناحية حث هذا التقدم على القيام بترجمة جديدة أفضل من الترجمة الأولى لكتاب أنثميوس استخدمها خلفاء الكندي مثل عطارد وابن عيسى، ومن ناحية أخرى أدى إلى حصر دور ترجمة هذا الأصل اليوناني في قيمته التاريخية فقط. وبالفعل لم يبق لكتاب أنثميوس فيما بعد، عند العلاء بن سهل وابن الهيثم بعده سوى ذكرى باهتة، أقصد لم يذكر إلا عند التأريخ لهذا الفصل من المناظر.

وما تم مع أنثميوس تم أيضًا مع أصل من أصول علم المناظر، أعني *مناظر* أقليدس. صاغ الكندي أول شرح نقدي معروف في التاريخ لكتاب أقليدس هذا. ويبيّن عنوان كتاب الكندي بصورة جلية قصده. فعنوان الكتاب هو *تصحيح الخطأ والمشكلات التي لأوقليدس في كتابه الموسوم بالمناظر*. كتب الكندي كتابه هذا بعد تأليفه كتابًا آخر عنوانه *في اختلاف المناظر*. فُقِدَ هذا الكتاب ولم يبق إلا ترجمته اللاتينية وهي بعنوان *Liber de causis diversitatum aspectus* وهو معروف باسم *De Aspectibus*. يبحث الكندي فيه الانتشار المستقيم لأشعة الضوء، وذلك عن طريق اعتبارات هندسية تتعلق بالظلال وبمرور الأشعة عبر الثقوب. درس بعد هذا المبادئ الرئيسية للرؤية وعدل نظرية الشعاع البصري الموروثة من القدماء. وأنهى كتابه بدراسة الانعكاس على المرايا وقانون الانعكاس. وكان برهانه هندسيًا وتجريبيًا. والقصد من وراء التذكير المقتضب والسريع بمضمون *De Aspectibus* هو بيان نمط البحث في المناظر قبل منتصف القرن التاسع الميلادي، وكذلك بيان المسافة التي تفصل هذا البحث عن علم المناظر الأقليدسي. بعد أن أنهى الكندي كتابه *De Aspectibus* كتب شرحه النقدي لـ *مناظر* أقليدس. هذا التسلسل الزمني يفسر لنا معنى الشرح النقدي: يقوم الكندي بفحص قضايا أقليدس الواحدة بعد الأخرى على ضوء نتائج أبحاثه في *De Aspectibus*، ويصوّب ما بدا له غير صحيح، ويقترح براهين أخرى ويحاول أن يكشف، على قدر ما يستطيع، الأفكار الغامضة أو المستترة.

تبين أعمال الكندي في المناظر، وكذلك في المرايا المحرقة، حالة مثالية من التلازم بين نقل الأصول اليونانية وتجديد هذه الأصول بالبحث، كما توضح أنه لا يمكن فصل ترجمة الإرث اليوناني عن البحث الجديد. وهنا نرى كيف نشأ الفكر المناظري في العربية.

أما الأصل الثاني الهام في علم المناظر فهو كتاب بطلميوس. وليس لدينا، للأسف، ما يمكننا من تحديد تاريخ ترجمته العربية التي فقدت. إن أوّل من ذكر هذه الترجمة هو العلاء بن سهل في النصف الثاني من القرن العاشر في كتابه عن «الحرقات». ويبدو أن نقل هذا الكتاب – وهو أهم ما كتب باليونانية في علم المناظر – قد أنجز في نهاية القرن التاسع أو بداية القرن العاشر الميلادي. ولقد ترجم هذا الكتاب لحاجة البحث في انكسار الضوء وأيضًا في علم انكسار الضوء في العدسات، كما تشهد على ذلك مؤلفات ابن سهل. فليس من قبيل الصدفة أن يكون الفصل الخاص بانكسار الضوء من كتاب بطلميوس هو الذي استرعى انتباه ابن سهل. ومهما يكن من أمر، يبقى من المؤكد أن تطور علم المناظر بعد الكندي، أي مع ابن سهل ومع ابن الهيثم بعده، قد أدى إلى إهمال ما ترجم من اليونانية. فلم يعد لهذه الترجمات إلا قيمتها التاريخية وهذا ما يفسر ضياع نصوص بعضها وإهمالها.

رأينا مع علم المناظر الهندسي مثلاً من جدلية الترجمة والبحث، ورأينا كيف تترابط مراحل كل منهما، وكيف ارتبطت الترجمة بالبحث الجديد. ترجم أقليدس وديوقليس وأنثميوس «بالتزامن» مع أبحاث الكندي وقسطا بن لوقا وغيرهما. ولقد حث تطور هذه الأبحاث والدراسات على تجديد الترجمة، ومن ثم على إعادة ترجمة أنثميوس وأقليدس. أما فيما يخص سفر بطلميوس، فلقد انتظرت ترجمته البدء بدراسة انكسار الضوء ودراسة العدسات لأول مرة في التاريخ مع ابن سهل الذي اكتشف قانون سنل–ديكارت في الانكسار، وذلك قبل أن يقوم الحسن بن الهيثم بثورته في المناظر والفيزياء. فتجديد الأصول اليونانية بالبحث الجديد والمبتكر هو الذي أدى إلى نشأة الفكر المناظري في الإسلام.

لم يكن نمط العلاقة بين الترجمة والبحث، أو نمط تجديد الأصول ونشأة الفكر المناظري، هو النمط الوحيد؛ فلقد تعددت الأنماط وتكاثرت، وسأذكر ثلاثة أنماط أخرى لا تتطابق مع النمط السابق.

الأول منهما لا يتلازم فيه البحث مع النقل، بل يسبقه، وهنا أتت الترجمة من أجل إغناء بحث كان قد بدأ ونشط وازدهر بالعربية قبلها. تبدو الترجمة، هذه المرة، كأنها إعادة تنشيط أصل قديم، وكذلك تفسيره تفسيراً لم يخطر على بال صاحبه اليوناني. يعطينا كتاب ديوفنطس الإسكندراني «في المسائل العددية» مثالاً نموذجيًا عن هذا النمط. ولفهم هذا النمط أبدأ بالتذكير ببعض النقاط. ألف ديوفنطس كتابه لبناء نظرية عددية ἀριθμητική θεωρία عناصرها الأعداد الصحيحة والكسور على اعتبارها كسور مقادير؛ ويتكون هذا الكتاب من مائتين وتسعين مسألة يمكن ترجمتها بمعادلات محدودة – أي لها عدد محدود من الحلول – أو معادلات سيالة، أو غير محدودة، أي لها العديد من الحلول، ربما عدد لا يحصى من الحلول. على سبيل المثال: نريد أن نجد عددين مربعين يكون مجموعهما مربعًا، التي يمكن ترجمتها بالمعادلة $س^٢ + ص^٢ = ا^٢$ وهي معادلة سيالة. ولفهم ما تم علينا الرجوع إلى البحث الرياضي قبل ترجمة كتاب ديوفنطس .

ألف محمد بن موسى الخورزمي بين عامي ٨١٣–٨٣٣ كتابه في الجبر. ويعتبر بحق هذا الكتاب بداية لعلم جديد ، أي الجبر – كعلم رياضي يختلف عن الحساب وعن الهندسة. يدرس الخوارزمي في هذا الكتاب نظرية المعادلات من الدرجتين الأولى والثانية وخورزميات حلها وبرهان هذه الخورزميات. تابع خلفاء الخوارزمي البحث في الجبر وأضاف أبو كامل شجاع بن أسلم فصلاً كاملاً في المعادلات السيالة أو في التحليل اللامحدود. كتب أبو كامل كتابه هذا في القاهرة. وفي بغداد، قام قسطا بن لوقا بترجمة سبعة فصول من كتاب ديوفنطس. ومما يلفت النظر أن قسطا غيّر عنوان كتاب ديوفنطس من «المسائل العددية» إلى «صناعة الجبر»، رغم أن كلمة الجبر لا تنتمي بحال إلى قاموس الرياضيات اليونانية، وأخذ في

ترجمته بعبارات الخوارزمي، أي أنه قرأ كتاب ديوفنطس بعيون الخوارزمي، فغيّر عبارته ومفاهيمه، أو بعبارة أخرى أعطى أثناء الترجمة تفسيراً جبرياً لكتاب في نظرية الأعداد.

كان هذا هو الحال في العقدين الأخيرين من القرن التاسع: من جهة أسس الخوارزمي علماً جديداً - الجبر - في بدايات القرن، أضاف إليه أبو كامل فصلاً جديداً في «التحليل اللامحدود»؛ ومن جهة أخرى ترجم قسطا بن لوقا كتاباً يعالج مسائل، إذا ما قرئت على ضوء هذا العلم الجديد أو ترجمت بتعابيره، تصبح تابعة له. لقد أدرك قسطا بن لوقا بدون شك فائدة كتاب ديوفنطس للبحث في هذا العلم الجديد وفي تطوير أحد فصوله، أي الفصل الخاص بالتحليل اللامحدود. ولهذا قرأ كتاب ديوفنطس قراءة جبرية مخالفة لتصور ديوفنطس. وكان لهذه الترجمة وللقراءة الجبرية أثر كبير في تطور فصل «التحليل اللامحدود» الذي قام بتأسيسه الرياضيون في القرون التالية. ولقد أطلق على هذا الفصل من الرياضيات اسم خاص: «في الاستقراء».

شرح أبو بكر الكرجي عدة فصول من كتاب ديوفنطس وجدّد البحث عند شرحه هذا، وذلك بفضل معرفته بكتاب أبي كامل، فطور ما يسمى «بالتحليل اللامحدود المنطق» وتبعه بعد ذلك الكثير، السموأل والزنجاني وغيرهما، وأصبح هذا الفصل فصلاً من كتب الجبر. وجدد الخجندي والخازن البحث في هذا الحقل. وذلك بتصور فصل جديد وهو «التحليل اللامحدود الصحيح» نسبة إلى الأعداد الصحيحة، وأصبح هذا الفصل فصلاً أساسياً في نظرية الأعداد. وتبعهما في هذا السجزي، أبو الجود بن الليث وآخرون من بينهم Fibonacci في بداية القرن الثالث عشر. لم يكن نقل كتاب ديوفنطس إلى العربية من باب تجديد البحث، بقدر ما كان من باب التوسع في فصوله وفي تقنياته ومناهجه.

قمنا بفحص نوعين من نقل الأصول: النقل المرافق للبحث وفي حقل البحث ذاته، والنقل الذي لحق بالبحث وعلى فترة من الزمن، وانتهى إلى دمج المنقول في تقليد علمي مختلف عن تقليده الأول. أما عن الترجمة نفسها فلقد تطورت مع البحث من

ترجمة الأديب الطبيب إلى ترجمة المترجم العالم مثل قسطا بن لوقا وحنين بن إسحاق، ولقد ساد الأسلوب الأخير أكثر فأكثر مع تقدم القرن. إلا أن هذين النوعين وهذه الأساليب لم تكن الوحيدة. فهناك النقل الذي لم تكن دوافعه نشاطًا بحثيًا واحداً ولكن مجموعة من الأعمال البحثية التي سبق أن تشكلت. وسنجد نموذجًا مثاليًا لهذه المسيرة في الميادين المتخصصة الصعبة. وهنا سيقوم بالنقل والمراجعة لا المترجم العالم ولكن العالم المترجم مثل ثابت بن قرة. ولنأخذ مثالاً لذلك كتاب *المخروطات* لأبلونيوس الإسكندراني، وهذا هو النمط الثاني.

من المعروف أن دراسة القطوع المخروطية تمثل الجزء الأكثر تقدمًا في الهندسة اليونانية. ويضم كتاب أبلونيوس هذا مجموع المعارف التي أنتجها علماء الهندسة حول المنحنيات المخروطية، منذ أقليدس وأريستى القديم وقونون الإسكندراني وغيرهم، التي أغناها أبلونيوس بإسهامه العظيم. وقد ظل هذا الكتاب المرجع الأكمل في دراسة المنحنيات المخروطية حتى القرن الثامن عشر على الأقل.

عالج علماء النصف الثاني من القرن التاسع مسائل تقتضي اللجوء إلى القطوع المخروطية. فقد واجهتهم مسائل طرحها علم الفلك، وعلم المناظر، وكذلك تحديد مساحات وحجوم السطوح والمجسمات المنحنية، الخ. ولمعرفة هذا يكفي أن نقرأ لائحة أعمال الكندي والمروروذي والفرغاني وبني موسى. فلقد لجأ الفرغاني مثلاً إلى القطوع المخروطية لدراسة نظرية الإسقاطات المخروطية اللازمة لنظرية الأسطرلاب. وظهر في ذلك العصر مع بني موسى اتجاه جديد في البحث الهندسي: بدأ الاهتمام، في آن واحد، بهندسة المخروطات وبقياس المساحات والحجوم المنحنية. ولقد برع الحسن بن موسى، وهو أصغر الإخوة الثلاث، في هذا الحقل. تصور الحسن بن موسى نظرية في القطع الناقص بدون معرفة نظرية أبلونيوس ومختلفة تمامًا عنها. فلقد درس القطع الناقص باعتباره قطع أسطوانة وليس قطع مخروط. وهنا بدأ البحث عن كتاب أبلونيوس.

فأسباب الاهتمام، الذي حظي به كتاب أبلونيوس واضحة: مواصلة بحث بدأ في هندسة المخروطات، والحاجة إلى المنحنيات المخروطية لدراسة حقول رياضية

أخرى، لذا شرع بنو موسى في البحث عن نسخة من هذا الكتاب يمكن ترجمتها إلى العربية.

بعد وفاة الحسن بن موسى قام فريق بترجمة الكتاب يضم هلال بن أبي هلال الحمصي، إلا أن المترجم لأكثر فصوله صعوبة والمراجع لترجمة الكتاب كله هو ثابت بن قرة. وهذه الترجمة ليست فقط مرتبطة بالبحث، ولكن هي أيضًا وسيلة لاكتشاف الجديد ولإعادة تنظيم المعرفة الهندسية. ولهذا لا يستطيع أن يقوم بها إلا علماء من الطبقة العليا. ولإيضاح هذه الوظيفة الجديدة، نعود إلى ثابت بن قرة وإلى كتاب ألّفه بعنوان «في قطوع الأسطوانة وبسيطها».

في هذا الكتاب يسترجع ثابت بن قرة بصورة ما كتاب أستاذه الحسن بن موسى السابق الذكر وبحوزته مخروطات أبلونيوس الذي ترجمه. وجد ثابت في كتاب أبلونيوس نموذجًا لصياغة نظرية جديدة في الأسطوانة وفي قطوعها المستوية. وهيأ له كتاب أستاذه الحسن بن موسى في نفس الوقت وسائل رياضية سيقوم بتطويرها، وهي الإسقاطات والتحويلات الهندسية مما سيكون له جلّ الأثر في تاريخ الهندسة. اعتبر ثابت - ولذلك لأول مرة - المساحة الأسطوانية كمساحة مخروطية، والأسطوانة كمخروط أبعد رأسه إلى اللانهاية في جهة معلومة. بعد هذا استلهم ثابت كتاب أبلونيوس لبناء النظرية الجديدة. هكذا كانت الدعوة إلى ترجمة «مخروطات» أبلونيوس من متطلبات البحث الذي قام به الحسن بن موسى وتلميذه ثابت بن قرة. هذا من جهة، ومن جهة أخرى أدت الترجمة إلى تجديد البحث وتوسيع مجاله.

قد يظن البعض أن هذا المثل هو حالة خاصة نظراً إلى المستوى الهندسي الرفيع لثابت بن قرة. ولا شك أن لهذا المستوى أهميته، إلا أن بيت القصيد ليس هنا؛ فثابت بن قرة نقل إلى العربية كتاب نيقوماخس الجرشي «مقدمة علم العدد»، وهو الكتاب الذي لخصه ابن سينا في الشفاء. وهو أيضًا الذي راجع ترجمة «أصول» أقليدس. وانطلاقًا من دراسة أقليدس للأعداد التامة، ومن دراسة نيقوماخس للأعداد المتحابة فتح ثابت بابًا جديداً وهو دراسة قواسم الأعداد

والبرهان على نظريته المشهورة في الأعداد المتحابة. مرة أخرى نرى العلاقة الحميمة بين النقل والبحث، وأنه لا يمكن بحال فهم نقل الأصول اليونانية بدون تجديدها بالبحث الدؤوب. هذا النشاط الجم في نقل الأصول اليونانية لم يتقدم اتساعاً فحسب، وإنما تقدم إدراكاً وفهماً منذ البداية بفضل البحث. لذلك لم تتوقف معايير الجودة في الترجمة عن التطور؛ وذلك يفسر إعادة ترجمة الأصول المترجمة والحرص على مراجعة الترجمات. فالإعادة والمراجعة أصبحتا علامتين مميزتين لحركة ترجمة الإرث اليوناني إلى العربية. ويمكن القول إن مراجعة الترجمة انتهت إلى أن تصبح قاعدة، وذلك منذ أن راجع الكندي بعض ترجمات قسطا بن لوقا، وراجع ثابت بن قرة ترجمات إسحاق بن حنين وهلال بن أبي هلال الحمصي... الخ.

رأينا أن جدلية النقل والبحث وطابعها التقني، أو ما سميته بتجديد الأصول، هي إحدى أسس نشأة الفكر العلمي في ميدان المناظر والرياضيات، بل والعلوم الرياضية عامة. وهذا ما نجده أيضاً في علم الهيئة. وخاصة عندما - نقل كتاب بطلميوس -*المجسطي* - إلى العربية، وهذا يمثل النمط الثالث.

وسأبدأ بعبارة من عالم القرن الثاني عشر المتبحر: ابن الصلاح. يقول «وكان قد حصل من كتاب *المجسطي* خمس نسخ مختلفة اللغات والتراجم، منها نسخة سريانية قد نقلت من اليونانية، ونسخة ثانية بنقل الحسن بن قريش للمأمون من اليونانية إلى العربية، ونسخة ثالثة بنقل الحجاج بن يوسف بن مطر وهليا بن سرجون للمأمون أيضاً من اليونانية إلى العربية، ونسخة رابعة بنقل إسحاق بن حنين لأبي صقر بن بلبل من اليونانية إلى العربية، وهي دستور إسحاق وبخطه، ونسخة خامسة بإصلاح ثابت بن قرة لنقل إسحاق بن حنين».

يبيّن لنا ابن الصلاح أن خلال نصف قرن من الزمان كان قد تم ثلاث ترجمات على الأقل لكتاب *المجسطي*، هذا بالإضافة إلى مراجعة قام بها أحد أئمة الرياضيات في هذا العصر. ولم ينقل *المجسطي* وحده في القرن التاسع، بل ترجم إلى العربية كل ما كتب في اليونانية في علم الهيئة، عدا بعض الاستثناءات. ويبين ابن الصلاح أيضاً أن خلال عقدين - وهي فترة خلافة المأمون - ترجم كتاب

المجسطي مرتين. كيف يمكن تفسير مثل هذه الوقائع؟ علينا أن نرجع إلى أحد علماء العصر لفهم ما تم دون أن نضل الطريق. أما هذا العالم فهو عالم الهيئة اللامع حبش الحاسب. يصف حبش حالة البحث في علم الهيئة قبل خلافة المأمون فيقول «إن علماء الهيئة كانوا قد وضعوا لذلك أصولاً وادّعوا في معرفة الشمس والقمر والنجوم علماً عظيمًا ولم يأتوا ببرهان واضح ولا قياس صحيح». ويواصل حبش روايته فيذكر أن الوضع بقي على حاله حتى خلافة المأمون، ومعها بدأ التحقق من صحة الجداول الفلكية - الأزياج - التي سبق أن نقلت إلى العربية. فلقد نقل إلى العربية قبل خلافة المأمون، يعني قبل سنة ٨١٣ زيج السندهند، وزيج الأركند لبرهماجوبتا، و«زيج الشاه» عن الفارسية القديمة، والقانون اليوناني، ما يعرف بـ«الأزياج الميسّرة» وأزياج أخرى. جرت مقارنة هذه الأزياج بعضها ببعض، وأفضت كما يقول حبش إلى أن «كل واحد منها يوافق الصواب أحيانًا ويبتعد عن منهج الحق أحيانًا»، ومن ثم لا يمكن أن يثق به.

من قام بالمقارنة، أي بهذا البحث في علم الهيئة؟ لا يجيب حبش عن هذا السؤال. ولكننا نعرف أن بعض هذا العمل قد بدأ قبل عهد المأمون مع الفزاري ويعقوب بن طارق، وأن محمد بن موسى الخوارزمي قد ألف زيجًا معروفًا باسمه. ونعرف أيضًا أن الفرغاني وحبش نفسه وغيرهما كانا من هذا الجيل الذي أعاد إلى البحث في علم الهيئة نشاطه بعد عدة قرون خمل فيها البحث.

بعد أن تمت مقارنة الأزياج، وعلى أثر النتيجة السلبية التي أدت إليها المقارنة، يقول حبش «أمر (المأمون) يحيى بن أبي منصور الحاسب بالرجوع إلى أصل كتب النجوم، وجمع علماء أهل هذه الصناعة وحكماء أهل زمانه ليتعاونوا على البحث على أصول هذا العلم، والقصد لتصحيحه، إذ كان بطلميوس القلوذي قد أقام الدليل على أن دَرْكَ ما يحاول علمه من صناعة النجوم غير ممتنع».

نفذ يحيى بن أبي منصور ما أمر به المأمون، فاختار هو وأصحابه «المجسطي» ككتاب أساسي أو مرجعي. والأرجح أن تكون ترجمة الحجاج بن يوسف لهذا الكتاب بأمر المأمون أيضًا.

أمر المأمون كذلك ببناء مرصدين، أحدهما في بغداد، والآخر في دمشق. رصد يحيى بن أبي منصور وأصحابه في بغداد حركة الشمس والقمر في أوقات مختلفة. كلف المأمون بعد وفاة يحيى بن أبي منصور عالماً آخر وهو خالد بن عبد الملك المروروذي في دمشق بعمل أول رصد متواصل عرف في تاريخ علم الهيئة، وهو رصد لحركة الشمس والقمر على مدار سنة كاملة.

لقد ترجم، إذاً، كتاب *المجسطي* مرتين، كما تم إصلاح هذه الترجمة وإتقانها، لتلبية حاجات البحث النشط في علم الهيئة. هذا ما يفسر تعدد الترجمات، كما يفسر ترجمة الأصول الأخرى المرتبطة بالبحث في علم الهيئة مثل كتاب «الأنالما» لديودور، وكتاب منالاوس في الهندسة الكروية وغيرهما. هكذا كانت نشأة الفكر الفلكي في الإسلام قبل أن يتطور علم الهيئة والعلوم المرتبطة به تطوراً هائلاً، ولكن هذا أمر آخر.

هذه بعض الأمثلة من علوم مختلفة - المناظر، الجبر، ونظرية الأعداد، وهندسة المخروطات، وعلم الهيئة - تدل كلها بما لا يقبل الشك أن نقل الأصول كان منذ اللحظة الأولى من أجل البحث العلمي، وكان أيضاً منذ هذه اللحظة تجديداً لها.

هكذا كانت نشأة الفكر العلمي في الإسلام. كان لهذا الفكر العلمي جلّ الأثر في تجديد الفلسفة النظرية في الإسلام، وسأدل على هذا - لضيق الوقت - بمثل واحد وهو للكندي.

ينظر مؤرخو الفلسفة إلى الكندي نظريتين مختلفتين؛ فالبعض يرى أنه ممثل إسلامي للتقليد الأرسطي داخل الأفلاطونية المحدثة، فأصول فلسفته هي الفلسفة القديمة في فترتها المتأخرة. ويرى البعض الآخر أن أصوله هي كتب المتكلمين، ومن ثم يرونه كأنه متكلم، استبدل قاموس علم الكلام بقاموس الفلسفة اليونانية. ولكن فلسفة الكندي تظهر جلياً لنا عندما نرى كيف جدد الأصول، وكيف لجأ إلى الرياضيات للقيام بهذا التجديد. إن أصول فلسفة الكندي إسلامية بالمعنى الذي نجده عند المتكلمين - المعتزلة - وخاصة في مبحث التوحيد. فالكندي يرى أن الوحي يطلعنا على الحق. ولكن الحق لا ازدواج فيه فهو واحد وعقلي. هذه واحدة.

أما الأخرى فهي أن كتاب *الأصول* لأقليدس هو نموذج ومنهج للوصول إلى الحق. فإذا كان من الممكن الوصول إلى الحق عن طريق الوحي، أي بصورة موجزة ومختصرة تكاد تكون فورية، فإنه من الممكن أيضًا بلوغه بمجهود تراكمي وجماعي، وهو طريق الفلاسفة انطلاقًا من حقائق عقلية مستقلة عن الوحي وخاضعة لمعايير البرهان الهندسي، كما هو مطبق في كتاب *الأصول* لأقليدس.

كانت هذه الحقائق العقلية التي تؤدي دور المسلمات الأولية في زمن الكندي هي التي نقلت عند ترجمة أصول التقليد الأرسطي داخل الأفلاطونية المحدثة. وهي التي اعتمدها الكندي بديلاً للحقائق الموحى بها، إذ بوسعها الوفاء بشروط البرهان الهندسي، وبوسعها أن تمكّن من بناء عرض منظم شبيه بالعرض الافتراضي القياسي الذي نتعلمه من كتاب أقليدس، مما يؤدي إلى أن يكون «الفحص الرياضي» كما يقول الكندي أداة لعلم ما بعد الطبيعة. هكذا كان الأمر بالنسبة إلى رسائل الكندي في الفلسفة النظرية، كرسالته في «الفلسفة الأولى» ورسالته «في إيضاح تناهي جرم العالم» وغيرهما. ولنأخذ مثالاً من رسالته الأخيرة. يسلك الكندي نهجًا مستتبًا ليقيم البرهان على التهافت المنطقي لمفهوم الجسم اللامتناهي، فيبدأ بتعريف الحدود الأولية: المقدار والمقادير المتجانسة. يقدم بعد ذلك ما يسميه بـ «القضايا الحق» أو ما يسميه في كتابه «الفلسفة الأولى» «المقدمات الأولى الحقيقية المعقولة بلا توسط» أو «المقدمات الأولى الواضحة الحقيقية المعقولة بلا توسط» في كتابه «في وحدانية الله وتناهي جرم العالم». ويقصد الكندي بهذه القضايا البديهيات كما في الهندسة، فتكون هذه القضايا مثل «الأعظام المتجانسة التي ليس بعضها بأعظم من بعض متساوية» أو «إذا زيد على أحد الأعظام المتجانسة المتساوية عظم مجانس لها، صارت غير متساوية». أخيراً، يعمد الكندي إلى برهان الخلف كما في الهندسة مستخدماً هذه الفرضية: إن الجزء من المقدار اللامتناهي هو ضرورة متناه».

يسلك الكندي هذا النهج نفسه في العديد من رسائله؛ فعلى غرار رسالته «في الفلسفة الأولى» نراه يأخذ بأسلوب البرهان الهندسي في رسالته «مائية ما

لا يمكن أن يكون لا نهاية له وما الذي يقال له لا نهاية له» حيث يعتزم إقامة البرهان على استحالة أن يكون العالم والزمان غير متناهين. وهنا أيضاً يبدأ البرهان بالقضايا الواضحة الحقيقية مثل «إن كل شيء ينقص منه شيء، فإن الذي يبقى أقل مما كان قبل أن ينقص منه» ومثل «كل شيء نقص منه شيء، فإنه إذ ما ردّ إليه ما كان نقص منه، عاد إلى المبلغ الذي كان أولاً» الخ.

يعتزم الكندي إذاً البرهان على أطروحته الفلسفية انطلاقاً من هذه القضايا المستلهمة من كتاب *الأصول* لأقليدس مستخدماً برهان الخلف. ليثبت أنه لا يمكن أن يكون جسم لا متناهياً، ولا زمان لامتناهياً خلافاً لنظرية أرسطو في الزمان. فلا يوجد زمان أزلي وأن الجسم والحركة غير أزليين.

وهكذا فإن كانت كتب أرسطو هي الأصول، فالكندي منذ البداية يبدأ بتجديد الفلسفة نفسها بالرياضيات. فالعلاقة بين الفلسفة والرياضيات جوهرية وضرورية لبناء المنظومة الفلسفية. وقد صرح الكندي بذلك إذ جعل من هذا الموقف عنواناً لأحد كتبه، وهو «في أنه لا تنال الفلسفة إلا بعلم الرياضيات». ويذهب في رسالته «في كمية كتب أرسطوطاليس» إلى مخاطبة طالب الفلسفة لينبهه أنه أمام خيارين: إما أن يبدأ بالرياضيات قبل التطرق إلى كتب أرسطو فيأمل عندئذٍ في أن يصير فيلسوفاً، وإما أن يقتصد تلك المرحلة فلا يسعه أن يصير إلا «راوياً» للفلسفة إن كانت له قدرة على الحفظ. يقول الكندي «هذه أعداد ما قدمنا ذكره من كتبه (أرسطوطاليس) التي يحتاج الفيلسوف التام إلى اقتناء علمها بعد علم الرياضيات، أعني التي حددتها بأسمائها. فإنه إن عدم أحد علم الرياضيات التي هي علم العدد والهندسة والتنجيم والتأليف، ثم استعمل هذه دهره، لم يستتم معرفة شيء من هذه ولم يكن سعيه فيما مكسبه شيئاً إلا الرواية إن كان حافظاً، فأما علمها على كنهها وتحصيله فليس بموجود إن عدم الرياضيات البتة».

وباختصار شديد، حتى لا أطيل، فالكندي لا يقوم بتجديد الأصول، أي هذا الأصل أو ذلك من كتب أرسطو أو من كتب يحيى النحوي، أو الإسكندر الأفروديسي،

بل يريد الذهاب إلى ما هو أبعد من ذلك وهو تصور برنامج فلسفي جديد يقوم على معرفة بالرياضيات.

وهذا البرنامج الجديد يؤدي إلى خطاب فلسفي موجّه إلى الجميع، وليس إلى المسلمين فقط كما هو الحال عند المتكلمين، ولكنه لا يتناقض مع رسالة الوحي. وتبع الكندي في هذا ابن ميمون. وأخذ فلاسفة الإسلام طرقًا أخرى، تدخلت فيها الرياضيات بصور مختلفة، ولكن هذا أمر يطول. وأود أن أنهي عرضي هذا بثلاث ملاحظات:

الأولى، هي أن من يريد أن يفهم حق الفهم نشأة العلوم والفلسفة في الإسلام عليه ألاّ يفصل بين نقل الأصول وتجديدها؛ فلا يمكن القول - كما يردد البعض - أن هناك ثلاث مراحل: الترجمة ثم التمثل ثم الإبداع. فالإبداع بدأ قبل الترجمة مع الترجمة وأثناء الترجمة وبعد الترجمة.

الثانية، لا يمكن فهم نقل الأصول العلمية من رياضية وغيرها، وكذلك الأصول الفلسفية بدون الأخذ بالاعتبار ما تم في العلوم الإنسانية، من كلام وفقه وتفسير وتاريخ... الخ.

الثالثة، لا يمكن الأخذ بما يقوله الكثير من المؤرخين، وعلى سبيل المثال أحد أئمة مدرسة الحوليات الفرنسية Les Annales أعني Fernand Braudel، فهو يقول: «ينقسم البحر الأبيض المتوسط بحدود ثقافية، حدود أساسية وحدود فرعية، حدود هي جروح لا تلتئم وتلعب دورها». أين هي هذه الحدود بين أثينا والأسكندرية، بين الأسكندرية وبغداد، بين بغداد وبيزنطية، بين القاهرة والبندقية، الخ. وإن كان لا يمكن قبول هذا، فبالأحرى لا يمكن قبول هذا اللغو الذي نسمعه من أفواه عدة ولأهداف خفية عن الصراع أو الحوار بين الحضارات. فهم يعنون بهذا الحوار أو الصراع أساسًا الإسلام والغرب. وأقول بدون تردد إن الثقافات لا تتحاور ولا تتصارع ولكن يؤثر بعضها في بعض وتتواصل وتتفاعل. فعلماء الإسلام هم الذين تواصلوا مع الثقافة اليونانية، مع علمها وفلسفتها تواصل وتفاعل القوي

القادر، لا تواصل وتفاعل الضعيف الواهن، وذلك بتجديد أصولها وتطويرها في ميادين لم تخطر على عقول أصحابها الأوائل. أما الضعيف الواهن فلا يمكنه إلا أن يستعير ويقلد. والأمثلة أمامنا للأسف كثيرة.

ثانيًا: نقل المعارف وترجمتها من اليونانيّة إلى العربيّة*

يعتَرِف مؤرّخو العلوم والفلسفة العربية، على اختلاف انتماءاتهم الفكريّة، بأهمية الإرث اليوناني بالعربية. ويدركون أنهم إذا أهملوا هذا الإرث، فلن يكون باستطاعتهم إدراك بروز العلوم ونموّها بالعربية، وفيما بعد، باللاتينية. وهذا الأمر ليس فيه ما يدعو إلى الدهشة، إذ يكفي الاطّلاع على التطوّر الفعلي لحقول المعرفة في الحضارة الإسلامية، لتقدير تأثير الإرث اليوناني؛ كما يكفي لأجل ذلك مجرد الرجوع إلى ما شهِد به المؤرّخون ومؤلّفو كُتُب الطبقات، كابن إسحاق النديم[1] مثلاً.

ويشهد أيضًا مؤرّخو العلوم والفلسفة اليونانية، ولو بشكل غير مباشر، على أهمية الإرث اليوناني بالعربية. فلا يستطيع هؤلاء المؤرخون تجاهل الترجمات العربية للكتابات اليونانية بدون أن يحكموا على أنفسهم بضياع جزء هامّ مما يسعون إليه وبحرمانهم من أداة ثمينة للفهم. فبعض هذه الكتابات، التي فُقِد نصُّها

---

* نقلها من الفرنسية إلى العربية نقولا فارس ومنى غانم.

[1] ابن إسحاق النديم، كتاب *الفهرست*، تحقيق ر. تجدّد، طهران، ١٩٧١؛ انظر بشكل خاص الفصل السابع، ص. ٢٩٩–٣٦٠، وص. ٣١٧–٤٢٥. نقله إلى الإنجليزية ب. دودج:

B. Dodge, *The Fihrist of Al-Nadīm*, 2 vol., New York, 1970.

إحدى أولى الدراسات التي أضحت كلاسيكية الآن، دراسة ماكس ميرهوف:

Max Meyerhof, "Von Alexandrien nach Bagdad. Ein Beitrag zur Geschichte des philosophischen und medizinischen Unterrichts bei den Arabern", *Sitzungsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften*, 1930, pp. 389-429.

اليوناني، جزئيًا أو كليًا، لم تعد موجودة إلا في ترجماتها العربية. إضافة إلى ذلك، تُمثّل شروح العلماء العرب لهذه الكتابات، كما يمثّل ما أنجزوه في العلوم التي تناولتها من تطوير، وسيلة قوية لفهمها ولتحديد موضع كل منها في سياق تاريخ مادته العلمية. ونحن عندما نذكر هذا الأمر، تخطر ببالنا أعمال لعلماء مثل ديوقليس وأبلونيوس وبطلميوس وديوفنطس والإكسندر الأفروديسي وغيرهم.

ويُجمع المؤرخون على الاعتراف بضخامة ظاهرة الانتقال العلمي والفلسفي هذه وبأهميتها في تاريخ العلوم وتاريخ الفلسفة؛ إلا أن هذه الظاهرة لم تحظَ، رغم ذلك، بالاهتمام الذي تستحق. فلم يزل هناك الكثير من النصوص التي يجب تحقيقها التي تتطلّب القيام بالعديد من الدراسات، لتكوين فكرة عن محتواها بصورة مُرضية. أضف إلى ذلك، ما يلزم من تغيير في الرؤية إذا ما أردنا لهذه الدراسات والأبحاث أن تؤتي ثمارها. وهذا التغيير في الرؤية، الذي بدأ يرى النور، لا بدّ من أن يتناول، في آن واحد، المنهجَ وتَصوّرَ موضوع الدراسة نفسه. إن دراسة نقل الإرث اليوناني إلى العربية من الزاوية اللغوية فقط - وهي الحالة الأكثر شيوعًا - ستؤدّي بلا شك إلى ضياع ما هو أساسي في ظاهرة النقل: دوافع الترجمة وامتداداتها والأشكال المختلفة التي كانت تتّخذها باستمرار. إن تناول هذا النقل، بنيّة ترميم المؤلّفات اليونانية التي فُقِدت إلى الأبد أو التي لم يُعثَر بعد عليها فحسب، سيؤدّي إلى نسيان ظاهرة النقل وتطوّرها. إن الدراسات من هذا النوع (وهي دراسات مشروعة وغالبًا ما تكون مهمة، موضعيًا)، إذا عُمّمت، وإذا ما اعتُمِدت كوسائل لرسم نموّ حركة الترجمة من اليونانية إلى العربية ستكون كالأشجار التي تخفي الغابة. ومؤخراً سعت بعض الأبحاث المخصصة لهذه الظاهرة، إلى

تصويب الرؤية[2]. وهذا التصويب هو ما سنعمل جاهدين على تقديمه ومتابعته في ما يلي من مقالنا هذا.

النقل والترجمة: طرح المسألة

١- في سبيل مقاربة جديدة

يبدو مما سبق أنه من المُلحّ التخلّي عن مفهوم النقل والترجمة، المهيمن والمنتَشرِ بشكل واسع. ولهذه الغاية لا بدّ من التذكير بواقعين أوليين معروفين من الجميع.

الواقع الأول هو أن الدولة المسلمة امتدّت على الجزء الأكبر من العالم الهيلينستي. وبقيت بالتالي شعوب هذا العالم هي نفسها، ولكنها غيّرت، وبدرجات متفاوتة من الكثافة، لغتها ودينها. هذه الشعوب كانت إذاً وارثة لمجموعة من المهارات ومن الأدوات التقنية ومن المؤسسات؛ وكل ذلك يُشكّل عناصر إرث اجتماعي واقتصادي مهمّ لتاريخ التقنيات كما لتاريخ الموسسات. ولكن هذا الإرث ضمّ أيضاً عدداً هائلاً من النصوص في حالة من السُبات، إن جاز التعبير، وتعليماً ابتدائياً، خصوصاً في اللاهوت، والتنجيم والخيمياء والطب. الواقع الثاني هو انضمام إرث آخر إلى هذا الإرث، إرث صادر من آفاق أخرى (فارسية وسنسكريتية وخاصة سريانية).

ويعني نسيان هاتين الحقيقتين إهمال ما أسهمت به الممارسات والمهارات والآلات التقنية والمؤسسات في نقل المعرفة. ولن يلبث هذا النسيان أن يختصر

---

[2] انظر:

R. Rashed, "Problems of the Transmission of Greek Scientific Thought into Arabic: Examples from Mathematics and Optics", *History of Science,* XXVII, 1989, pp. 199-209; D. Gutas, *Greek Thought, Arabic Culture. The Graeco-Arabic Translation Movement in Baghdad and Early ʿAbbāsid Society* (2nd-4th/8th-10th centuries), London-New-York, Routledge, 1998; J.L. Kraemer, *Humanism in the Renaissance of Islam. The Cultural Revival during the Buyid Age,* 2nd ed., Leiden, E.J. Brill, 1992.

مسألة النقل إلى مسألة ترجمة لا غير، وأن يختصر الإرث اليوناني إلى جزئه الكُتُبي فحسب. بمعنى آخر يُعرّضنا هذا النسيان إلى إغفال كل ما يوجد في ثنايا الوسائل التي ذكرناها من معارف وممارسات في الهندسة الأولية، والحساب الأولي، والزراعة، وتوازن السوائل، والقياس، إلخ، وهي فروع ستصبح لاحقًا جزءاً من علوم متكونة أو، بكل بساطة، من الهندسة العملية.

ولا شك أن هذا الإرث لا يستطيع أن يفسّر منفرداً انبثاق العلوم والفلسفة وتطوّرها في الثقافة الجديدة التي هي الثقافة الإسلامية؛ لكنه يبقى عنصراً مهمًا من هذه الثقافة.

وليس من النادر، من جهة أخرى، أن تُقدَّم الترجمة كفعل، على أنها نشاط غير ذي تأثير، أو نشاط مدرسي، ذو نَفَس واحد مهما كان ميدان ممارستها. هذا النوع من الترجمة هو عمل لمترجم (طبيب في أغلب الأحيان) ملمّ باليونانية ينقل بلا نظام وبحسب ما تمليه الظروف والصُدَف، كتابات يونانية تعود إلى علوم مختلفة، ليست بالتالي دائمًا من مجال اختصاصه. بهذا المنظار تكون الترجمة من اليونانية عشوائية، غير خاضعة لأية ضرورة في اختيار الكتب أو في الإفادة من ترجمتها. بالمختصر، إذا اكتفينا بهذه التصوّر للترجمة، وهو تصوّر ضمني في أغلب الأحيان، يكون ما تمّ القيام به هو ترجمة، على قدر المستطاع، لما تيسّر وجوده؛ وتكون الترجمة مدرسية أيضًا، من حيث إن التعليم هو الغاية الوحيدة للنصوص المترجمة؛ وتكون أخيراً بالنفَس الواحد ذاته، طالما أن عمل الترجمة لا يتطلب في تلك الحالة سوى الإلمام باليونانية (أو السريانية).

هذه الصورة التي اتخذها نقل المعرفة والتي اتخذتها من ثم الترجمة، ولّدت مذهبًا نصادفه في عدد من النشاطات المختلفة، وخاصة في تلك التي يقوم بها مؤلّفو كُتُب الطبقات المحدثين[3]. وإذا ما سلّمنا بما يدعو إليه دعاة هذا المذهب، ستبدو الترجمة كمرحلة أولى من «نظام» من ثلاث مراحل متتابعة منطقيًا

---

[3] على سبيل المثال، انظر:
F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, vol. V, Leiden, 1974, p. 25 sqq.

وتاريخيًا: الترجمة لاكتساب العلوم والفلسفة اليونانية، ثم استيعاب المكتسبات في المرحلة الثانية، قبل الانتقال إلى المرحلة الثالثة وهي مرحلة الإنتاج الخلّاق. هذا المذهب، الذي أقلّ ما يقال فيه أنه ساذج، هو من الطينة عينها للتصور السابق الذكر، ولا يرى في الترجمة، إن صح القول، سوى رغبة في التأقلم الثقافي. لكن هذا المذهب، كما ذلك التصوّر الذي أسّس له، يتعثّران أمام وقائع عديدة، لن نذكر منها هنا سوى واقعتين اثنتين.

الواقعة الأولى هي تلازم الترجمة والتجديد، وهو ما لم يُلفت الانتباه إليه بما فيه الكفاية. هذا التلازم، الذي نجده، على سبيل المثال لا الحصر، في البصريات وانعكاس الضوء مع الكندي، وفي هندسة المخروطات مع الحسن بن موسى وتلميذه ثابت بن قرة (المتوفى عام ٩٠١م)، وفي نظرية الأعداد مع هذا الأخير ... إن فهم هذا التلازم يطرح السؤال الذي وقع في النسيان، حول العلاقات الحميمة بين الترجمة والبحث وحول شكل الترجمة نفسه وحول جمهورها، كما سنرى.

٢ - النقل الثقافي، النقل العالِم

تتعلّق الواقعة الثانية بالفرضية، المسلّم بها التي نادراً ما نوقشت، والقائلة باستمرارية وطيدة الصلة، بين البحث العلمي والفلسفي في العصور القديمة والعصور القديمة المتأخّرة، ونظيره الذي تطور بالعربية. غير أن الاستمرارية هذه، لم توجد فعليًا سوى في مواضيع أو مواقع معزولة؛ وهي لا تبدو واهية فحسب، إنما أيضًا متناقضة. فعلى صعيد المؤسسات أولاً، تُطرح مسألة هي مسألة تعريب الإدارة وأجهزة السلطة، أي «الدواوين»[4]. ولقد سبق وبيّنا أن هذا التعريب وتطور «الديوان»، قد سمحا بترجمة علم العدد الفيثاغوري وبالشروع في البحث بشأنه، مما أسهم في تصوّر علم غير هيلينستي، هو الجبر، مع الخوارزمي. كما أننا عرضنا كيف أن ثقافة «الديوان» هذه، التي كانت ضرورية لتكوين بيروقراطية ورقية،

---

[4] ر. راشد، *تاريخ الرياضيات العربية: بين الجبر والحساب*، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ١٩٧٩، ص. ٤٨-٧٣، خاصة ص. ٦٧ وما يليها.

كانت السبب في ظهور فئة اجتماعية جديدة، وكيف أن الحاجات اللغوية والأدبية لهذه الفئة، إضافة إلى متطلّباتها في علم العدد وفي الجبر وفي الهندسة وغيرها، قد حثّت على الترجمة، وفي الوقت نفسه على البحث الخلاّق[5]. صحيح إذاً أننا نستطيع أن نعاين نوعاً من الاستمرارية على هذا المستوى، وكذلك على مستوى قطاعات أخرى كالهندسة المعمارية، والتقنيات الزراعية وغيرها؛ لكن الأمر يختلف فيما يتعلّق بالبحث العلمي والفلسفي؛ ففي حين إن هذا البحث كان قد أصبح نادراً أو قد تلاشى، كما في الإسكندرية كذلك في بيزنطية[6]، نشهد بالعربية بدءاً من القرن التاسع، نهضة علمية وفلسفية حقيقية، كانت أسسُها (اللغوية والتاريخية والعقائدية الفقهية-الفلسفية....) قد أرسيَت بصلابة في القرن الثامن.

بالمختصر، شكّلت الإسكندرية وبيزنطية، كما غيرها من المدن الهلّنستية*، بالنسبة إلى المدينة العلمية الجديدة**، مكتبة «نائمة»، غنية بالمخطوطات من العصور القديمة والعصور القديمة المتأخرة. كل الشواهد التاريخية تذهب في هذا الاتجاه[7]. إلا أن غياب الاستمرارية على هذا المستوى يثير تساؤلين مرتبطين

---

[5] إلى هذا التقليد انتمى فيما بعد من ضمن مجموعة كبيرة من الكتب، كتاب أبي الوفاء البوزجاني: «في ما يحتاج إليه الكتّاب (الأدباء، الكَتَبة، موظّفو مكاتب الإدارة...) والعُمّال (ولاة المناطق، جباة الضرائب...) وغيرهم من علم الحساب». انظر تحقيق أ.س. سعيدان، *علم الحساب العربي*، عمّان ١٩٧١، المجلد الأول: تحقيق كتاب أبي الوفاء.

[6] انظر:

J.F. Haldon, *Byzantium in the Seventh Century: The Transformation of a Culture*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990; H.D. Saffrey, "Le chrétien Jean Philopon et la survivance de l'école d'Alexandrie au VI^e siècle", *Revue des études grecques*, 1954; L.G. Westerink, *Anonymous Prolegomena to Platonic Philosophy*, Amsterdam, 1962.

* أي مدُن الحضارة اليونانية المتأخرة. ** أي المجتمع الثقافي الإسلامي في بدايته (المترجم).

[7] انظر:

R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IX^e au XI^e siècle*. Vol. I : Fondateurs et commentateurs : *Banū Mūsā, Thābit ibn Qurra, Ibn Sinān, al-Khāzin, al-Qūhī, Ibn al-Samḥ, Ibn Hūd*, London, al-Furqān, 1996, p. 142.

ببعضهما البعض شديد الارتباط، يهمنا هنا واحد فقط منهما: كيف يمكن فهم التجديد الحاصل، إذا ما قفزنا فوق العصور، للعودة إلى أبلونيوس وأرسطو، مثالاً؟ ما هي الروابط بين النقل من الإرث اليوناني وتحديداً بين الترجمة وهذه النهضة؟ فلن تأخذ مسألة الترجمة كامل معناها إلا على ضوء هذه النهضة العلمية والفلسفية. وتبدو إقامة هذه الروابط الوسيلة الأنجع لفهم مسألة الترجمة.

سلك نقل الإرث اليوناني إلى العربية أساساً (ولكن لا حصراً البتة)، طريقين مترافقين، وإن تفاوتا في الأهمية واختلفا من حيث الطبيعة.

الطريق الأول تندر حتى الساعة الدراسات حوله، رغم معرفة مؤرخي المجتمع والثقافة به؛ وهو الذي أتينا على ذكره فيما سبق من سطور: طريق نقل المهن والأدوات التقنية والمؤسسات؛ نقصد بذلك نقل التقنيات والتنظيمات والإيديولوجيات التي كانت لدى مواطني وسكان حوض البحر المتوسّط الناطق باليونانية، لتأمين وجودهم المادي والاجتماعي. هذا الطريق هو طريق نقل الـ«ديوان» إلى العربية في عهد هشام بن عبد الملك (٧٢٤-٧٤٣ م)[8]؛ هذا هو الطريق الذي سلكته طرائق في الهندسة العملية وفي اللوجستية* وفي علوم كالطب والخيمياء والتنجيم والزراعة والفنون الحربية وهندسة العمارة. إلى هذه الفئة من الطرائق تنتمي أيضًا رسائل في المنطق الأولي واللاهوت، مما كان يُحتاج إليه في

انظر كذلك:

Tamara M. Green, *The City of the Moon*, Leiden, 1992.

إن وصف المسعودي في *مروج الذهب* يظهر أن آثار الهيلينستية في حرّان حوالى القرن الثالث للهجرة هي دينية بشكل أساسي. راجع:

Murūj al-dhahab (Les prairies d'or), éd. C. Barbier de Meynard et M. Pavet de Courteille, revue et corrigée par Charles Pellat, Publications de l'Université Libanaise, Section des études historiques XI, Beyrouth, 1966, vol. II. §§ 1389-1398, pp. 391-396.

[8] النديم، *كتاب الفهرست*، ص. ٣٠٢.

* أي الحساب العملي (المترجم).

التعليم الديني الذي كان متّبَعًا في أوساط الأديرة النسطورية واليعقوبية[9]. وهو الطريق الذي يمكن وصفه بأنه طبيعي، إذ سلكته الشعوب التي غمرتها الحضارة اليونانية طيلة عشرة قرون. هذا الطريق شهد أيضًا ترجمات لنصوص علمية، كما سنبيّن لاحقًا.

الطريق الثاني، الأقل انتشاراً، ولكن المعروف بشكل أفضل، هو طريق الترجمة العالمة ترجمة الكتابات الفلسفية والعلمية من العصور القديمة والعصور القديمة المتأخرة. إن هذا الطريق باتساعه يتميّز من كل ما سبقه في التاريخ فيما يخص الترجمة، بما في ذلك الترجمات التي حصلت في الدوائر اللاتينية والسريانية[10].

ومن غير الواقعي الاعتقاد أن هذين المسارين كانا مُحكَمَي الانغلاق أو أنهما كانا الطريقين الوحيدين. فهناك موشّرات عديدة تُقنع بالعكس، وما من شك بأن الأبحاث التي ستجري في المستقبل، ستكشف عن مسالك وسيطة بينهما، تساعد على الإحاطة بهذه الظاهرة الاجتماعية التي هي ظاهرة نقل الإرث المعرفي والترجمة. يكفينا في الوقت الراهن أن نُبرِز سمة عامة لا جدل فيها من سمات هذه الظاهرة، هي أن حركة الترجمة هذه ترافقت مع توحيد وتعريب وأسلمة الإمبراطورية المسلمة وأجهزتها الإدارية.

---

[9] نستطيع الاستناد إلى أحد الوجوه الرمزية، البطريرك تيموثاوس، الذي أسهم في ترجمة مؤلف الـ *Topiques* لأرسطو من السريانية إلى العربية، بناءً على طلب الخليفة المهدي. انظر:

S.P. Brock, "Two letters of the Patriarch Timothy from the Late Eighth Century on Translations from Greek", *Arabic Sciences and Philosophy* 9, 1999, p. 233-246; J. van Ess, *Theologie und Gesellschaft im 2. und 3. Jahrhundert Hidschra. Eine Geschichte des religiösen Denkens im frühen Islam*, Bd. III, Berlin/New York, 1992, p. 22-28.

[10] انظر:

H. Hugonnard-Roche, "Les traductions du grec en syriaque et du syriaque en arabe" in J. Hamesse et M. Fattori (éds.), *Rencontres de cultures dans la philosophie médiévale*, Louvain-la-Neuve, 1990, pp. 131-147.

٣- النقل العالم: أسطورة وحقائق

مهما يكن من أمر فإن الطريق الثاني مهّده، رسميًا إذا جاز التعبير، وإذا سلّمنا برواية - أسطورة، حُلم للخليفة الكبير المأمون. بحسب هذه الأسطورة تحادث الخليفة في المنام مع أرسطو؛ وكتب النديم، وهو من مؤلفي كتب الطبقات القدامى، بعد سرده لهذه الرواية:

«فكان هذا المنام من أوكد الأسباب في إخراج الكتب (إلى العربية). فإن المأمون كان بينه وبين ملك الروم مراسلات وقد استظهر عليه المأمون. فكتب إلى ملك الروم يسأله الإذن في إنفاذ ما يختار من العلوم القديمة المخزونة المدّخرة في بلد الروم. فأجاب إلى ذلك بعد امتناع. فأخرج المأمون لذلك جماعة، منهم الحجاج بن مطر وابن البطريق، وسلّما صاحب بيت الحكمة وغيرهم. فأخذوا مما وجدوا ما اختاروا. فلمّا حملوه إليه (إلى المأمون)، أمرهم بنقله فنُقِل. وقد قيل إن يوحنّا بن ماسويه ممن نفذ إلى بلاد الروم»[11].

ويذكر النديم من ثمّ أن كثيرين اتّبعوا هذا الأنموذج الامبراطوري. فقد بعث بنو موسى، وهم من المحسوبين على المأمون، المترجمَ الشهير حنين بن إسحاق (المتوفّى عام ٨٧٧) إلى «بلاد الروم» التي عاد منها «بطرائف الكتب وغرائب المصنّفات في الفلسفة والهندسة والموسيقى والأرثماطيقي والطب»[12]. ويبدو حسب رواية أخرى أن أحد أبناء موسى، الأكبر، وهو محمد (المتوفى عام ٨٧٣ م)، كان في عداد إحدى البعثات إلى الإمبراطورية البيزنطية[13]. ولقد أتت عدة مصادر

---

11 النديم، *كتاب الفهرست*، ص. ٣٠٤.

12 المرجع نفسه.

13 ابن خلّكان، *وفيات الأعيان*، تحقيق إحسان عبّاس، ٨ مجلدات، بيروت، ١٩٧٨، المجلد الأول، ص. ٣١٣.

تاريخية أخرى على ذكر بعثات أرسلت إلى بيزنطية وإلى الإسكندرية وإلى الأديرة داخل العالم الهيلينستي سابقاً، بحثاً عن مخطوطات يونانية في العلم وفي الفلسفة، طوال القرن التاسع وحتى بعد ذلك القرن.

يعبّر منام المأمون، وإن كان نوعًا من الأسطورة، عن تنبّه المؤرخين ومؤلّفي كتب الطبقات للزمن الذي اختلفت فيه حركة الترجمة نوعياً عن حركة ترجمة أخرى سبقتها. وهذا الفرق النوعي هو ما يجب أن نعيه.

أ- تجدّد البحث (الترجمة في مرحلتها الأولى)

لم يجهل المؤرخون القدامى أن حركة الترجمة سبقت عهد المأمون (٨١٣-٨٣٣ م). وإذا أردنا أن نكون أكثر دقّة، يمكننا أن نميّز فترتين من مرحلة أولى، سابقة لهذا العهد؛ فبحسب روايات متفرقة نقلها مؤلفو كتب الطبقات، تم استخدام بعض المترجمين في العهد الأموي. من هذه الروايات أن خالد بن يزيد (المتوفى بعد العام ٧٠٤ م) حفيد مؤسس الحكم الأموي، طلب من المدعو استيفانس أن يترجم من القبطية واليونانية كتبًا في الخيمياء. يعلّق النديم على هذه الشهادة بالقول إن «هذا أول نقل كان في الإسلام من لغة إلى لغة»[14]. وقد تعرّضت هذه الشهادة مؤخراً للنقد[15]، لكن ذلك لا يحجب فضلَها في الدلالة على أن المؤرخين القدماء عزوا إلى هذه الفترة اهتماماً بالترجمة، ونسبوا دوراً خاصاً إلى خالد بن يزيد. وهناك شهادة أخرى أوردها النديم نفسه، تأتي لتعزّز الأولى، إذ يقول إنه في تلك الحقبة نفسها، في ظلّ حكم الخليفة هشام بن عبد الملك، تمّت ترجمة «الديوان» من اليونانية إلى العربية. وفي تلك الحقبة كذلك، خلال فترة حكم والد هذا الأخير، وبناءً على نصيحة خالد بن يزيد نفسه، بوشر بصكّ العملة بالعربية

---

[14] النديم، كتاب *الفهرست*، ص. ٣٠٣. انظر أيضاً ص. ٤١٩.

[15] انظر:

M. Ullmann, "Ḫālid ibn Yazīd und die Alchemie. Eine Legende", *Der Islam*, 55, 1978, pp. 181-218

لا باليونانية، كما كانت الحال سابقًا، حسب ما رواه ابن الأثير والنويري[16].

وتؤكّد شهادة أخرى من النوع ذاته أن ماسرجويه وفي نهاية القرن عينه (السابع) نقل إلى العربية «كتابًا جامعًا» في الطب لأهرون[17]. هذه النتف من الشهادات التي بقيت إلى عصرنا تدل على أن الفترة التي شهدت حركة تعريب «الدواوين» بشكل خاص، أي تعريب الإدارة ونصوصها، شهدت أيضًا بعض الترجمات بفضل المبادرة الفردية وتلبية لحاجات عملية آنية. وهناك نتف شهادات أخرى مماثلة، غير محددة التاريخ بشكل دقيق، تعود على الأرجح إلى ما بين هذه الفترة وبدايات الحكم اللاحق (العباسي)، تشير إلى وجود ترجمات إلى العربية، وبخاصة في علم الفلك؛ نذكر من هذه الترجمات، على سبيل المثال، ترجمة «مقدّمة» ثيون الإسكندراني لكتاب *المجسطي*، وهي الترجمة التي وصفها النديم بأنها «نقل قديم».

التعريب الذي كان قد حقّق تقدّمًا كبيراً في العهد الأموي، واصل تقدّمه مع بداية حكم العباسيين. وقد أتت سياسة تنفيذ المشاريع الضخمة المتعلّقة بانتقال مركز السلطة* وبالتخطيط المُدُني المتنامي، لتوسّع أعمال الترجمة وتُسرّعها. وقد ارتبط بهذه الحركة النشطة، اسم الخليفة العباسي الثاني، المنصور (٧٥٣-٧٧٥ م).

يتفق المؤرّخون القدامى[18] على لحظ الاهتمام الذي كان المنصور شخصيًا يوليه للتنجيم. فهو، عندما قرّر تأسيس العاصمة الجديدة، بغداد، استعان بالمنجمين ليقوموا بحساب الطالع النجمي وتحديد الوقت الأكثر ملاءمة لبدء الأعمال. وفي هذا

---

[16] النويري، *نهاية الأرب في فنون الأدب*، تحقيق م. الحيني، القاهرة ١٩٨٤، ص. ٢٢٣-٢٢٤؛ ابن الأثير، *الكامل في التاريخ*، تحقيق C.J. Tornberg تحت عنوان:

Ibn-El-Athiri Chronicon quod perfectissimum inscribitur, 12 vol., Leiden, 1851-71; repr. 13 vol., Beyrouth, 1965-67.

[17] النديم، *كتاب الفهرست*، ص. ٣٥٥.

* إلى بغداد (المترجم).

[18] المسعودي، *مروج الذهب*، بيروت، ١٩٩١، المجلد الرابع، ص. ٣٢٣.

السياق برزت أسماء كل من أبي سهل بن نوبخت وإبراهيم الفزاري وماشاءالله. واستحضر هذا الخليفة أيضًا من مختلف الأقاليم، عمّالاً وحرفيين وفقهاء وهندسيين[19]، فاجتمعت منهم الفرق والجماعات التي يقتضيها إنجاز هذا المشروع الضخم. هذه المعلومات تستدعي التوقّف قليلاً عندها. فلم يكن أبو سهل بن نوبخت منجمًا فحسب، إنما كان أيضًا «متكلّمًا»، أي فقيهًا-فيلسوفًا. وفي نص بخط يده، أورده النديم، يقدّم أبو سهل بن نوبخت نوعًا من تاريخ أسطوري للعلوم، إذ يردّ أصل العلوم، معرفيًا وتاريخيًا، إلى التنجيم البابلي-الفارسي[20]؛ فهل هدف هذا المعتقد إلى تبرير الممارسة التنجيمية التي قيل إن الخليفة شخصيًا كان يؤمن بها؟ لكن هذه الممارسة نفسها كانت بحاجة إلى معرفة فلكية حقيقية، ولا سيما فيما يتعلّق بتأليف «الأزياج». أما الفزاري (النصف الثاني من القرن الثامن للميلاد). فلم يكن مجرّد فلكي، بل كان أيضًا عالم رياضيات. فلقد قام بتأليف «زيج» وبكتابته، وكتب أيضًا في الأدوات الفلكية (الأسطرلابات والمزاول)، مما كان يتطلّب معرفة عميقة بالإسقاطات المخروطية. يبدو من الممكن إذن أن تكون هذه المجموعة من المنجمين-الفلكيين، المصحوبين بغيرهم من الهندسيين، قد قامت بكل الكشوفات الضرورية لتأسيس بغداد، إضافة إلى قيامها بحساب الطالع النجمي.

في خضم ورشة البناء الكبيرة هذه، وُلِدت وبدأت تظهر، حاجات جديدة تحث على المباشرة ببحث علمي. من هذه الحاجات تأليف «الأزياج»، والتمثيل الصحيح للكرة على سطح مستوٍ، إلخ. إن فقدان النصوص يحرمنا من المصادر التي قد تسمح بتقييم هذا البحث المبتدئ، إلا أن بعض الآثار الباقية تنبهنا إلى وجود هذا المناخ الجديد. فبحسب إحدى الروايات، استقبل المنصور بعثة هندية تضم أحد

---

[19] نقرأ في النويري، *نهاية الأرب في فنون الأدب*، المجلد ٢٢، ص. ٩٠: «كتب (أبي المنصور) إلى سائر البلاد في إنفاذ الصناع والفعلة، وأمر أن يُختار له من أهل الفضل والعدالة والفقه والأمانة والمعرفة بالهندسة...».

[20] النديم، *كتاب الفهرست*، ص. ٢٩٩-٣٠٠.

علماء الفلك بحضور الفزاري الذي تلقّى من ذلك العالِم «زيجًا» هنديًا. وأخذ الفزاري على عاتقه، مع يعقوب بن طارق، عملية تكييف هذا «الزيج» ونقله إلى اللغة العربية. وربما كانت هذه القصة غير مؤكّدة، إلا أنها في كل حال تقدم وصفًا للفكرة التي كانت سائدة عن تلك الحقبة[21]. وهناك شهادة أخرى متأخرة كذلك - تعود إلى ٣٣٠ هـ / ٩٤١ م - نقلها المؤرّخ المسعودي، عن شخص يُدعى الأخباري، تشير هي الأخرى، إلى الاهتمام الذي أبداه المنصور بالتنجيم، كما تُشير إلى وجود كل من أبي سهل بن نوبخت والفزاري (وعلي بن عيسى الأسطرلابي، وهذا الأخير أصغر سنًا منهما بكثير) حوله. فيذكر المسعودي أن المنصور «هو أول خليفة تُرجمت له الكتب من اللغات العجمية إلى العربية»[22]، وهنا يُحصي الأخباري عناوين بعض المؤلفات المترجمة، ومنها *المجسطي والأصول والمدخل إلى علم العدد* لنيقوماخوس الجرشي. ويكتب من ثم أنه تُرجمت له سائر الكتب القديمة انطلاقًا من اليونانية والرومية والفهلوية والفارسية والسريانية وأخرجت للناس فنظروا فيها وتعلقوا إلى علمها»[23].

مهما تكن القيمة التارخية التي يمكن نَسْبُها إلى هذه الشهادة المتأخرة، فإنها تعكس رأي الذين عاشوا بعد عهد المنصور. لقد حصلت عمليات ترجمة بمبادرة من هذا الخليفة؛ لكن وفي الجانب الخلفي، جرى بحث علمي تطلب ترجمة بعض المؤلفات؛ كما أن التعريب المتسارع استدعى إنشاء مكتبة جديدة تتناسب مع حجم الأمبراطورية الجديدة الممتدة من الهند إلى الأطلسي. أما فيما يخص

21 للاطّلاع على حالة مشابهة لهذه الصلات العلمية، انظر الجاحظ، *كتاب البيان والتبيان*، تحقيق أ. م. هارون، ٤ مجلدات، المجلد الأول، الشاهرة، بدون تاريخ، المجلد الأول، ص. ٨٨-٩٣. ترجمة فرنسية للمقطع:

M. Aouad-M. Rashed, "L'exégèse de la *Rhétorique* d'Aristote: Recherches sur quelques commentateurs grecs, arabes et byzantins", *Medioevo* 23, 1997, p. 43-189, p. 89-91.

22 المسعودي، *مروج الذهب*، بيروت، ١٩٩١، المجلد الرابع، ص. ٢٣٣.

23 المرجع نفسه.

الكتب التي ذكرها الأخباري، فنتساءل عن إمكانية وجود سبيل إلى الجزم بشأن ترجمتها. فلا شيء ينفي في الواقع صحة المعلومات المتعلقة بـ *المجسطي*؛ هذه المعلومات يؤكّدها مقطع للنديم، يذكر أن خالد بن برمك وزير المنصور، أمر بترجمة أولى لهذا المؤلَّف، تبيّن أنها غير كافية، فصُححت فيما بعد، بناء على طلب الوزير[24]. فلربّما تكون هذه الترجمة هي المقصودة في حديث الأخباري. أما *المدخل إلى علم العدد* لنيقوماخوس، فقد تُرجم مرة أولى من السريانية بواسطة حبيب بن بِهريز. لكن هذا الأخير «فسّر للمأمون عدّة كتب»[25]، أي بعد ذلك بأربعة عقود، وهذا أمر ممكن لكنه بعيد الاحتمال. وفيما يخص *أصول* أقليدس، فإن ما ذكره الأخباري يفترض ترجمة سابقة لترجمة الحجّاج الأولى؛ ولكن لا وجود لأية معلومات أخرى تؤكّد حصول مثل هذه الترجمة؛ فهذه المسألة تبقى إذاً مفتوحة.

الأمور التي دعت إلى الترجمة، في نهاية مرحلتها الأولى وبداية المرحلة الثانية، هي إذن التالية: تدخّل السلطة السياسية ودعوتها إلى الترجمة من اليونانية واللغات الأخرى، وتكوين مكتبة بالعربية تتناسب مع حجم العالم الجديد (هذا التكوين أتى، في أحد جوانبه على الأقل، نتيجة لتعريب الدولة والثقافة الذي كان قد بدأ قبل أكثر من قرن ونصف واستمرّ يتواصل بعد ذلك)، وأخيراً الاستجابة لحاجات البحث. وقد تعود إلى هذه المرحلة الوسيطة، عدّة ترجمات قديمة، بقيت مجهولة حتى عهد قريب. فنحن نعلم أن الكندي كانت لديه ترجمة لكتاب في *قياس الدائرة* لأرشميدس، تختلف عن تلك التي حصلت لاحقًا، انطلاقًا من مخطوط يوناني[26]. ولقد كان الكندي نفسه على علم بترجمة لكتاب *المناظر* لأقليدس،

---

[24] النديم، *كتاب الفهرست*، ص. ٣٢٧.

[25] المرجع نفسه، ص. ٣٠٤.

[26] انظر:

R. Rashed, “Al-Kindī’s commentary on Archimedes’ *The Measurement of the Circle*”, *Arabic Sciences and Philosophy*, vol. 3, 1993, pp. 7-53.

تختلف عن الترجمة التي وصلتنا، وحصلت على الأرجح قبلها. ومنذ فترة وجيزة، عثرنا على ترجمة قديمة لبداية مؤلف *المفارقات الميكانيكية* (Paradoxes mécaniques) لأنثميوس الترالي[27]، سابقة لتلك المرحلة.

إن تنوّع النصوص المترجمة هو من الأمور التي تظهر للعيان بشكل صارخ: من علم *المناظر* لأقليدس إلى *قياس الدائرة* لأرشميدس، إلى نصوص لأنثميوس الترالي. وإلى تلك المؤلفات يمكن إضافة مؤلفات أخرى، هي (بحسب ما يتوفّر لدينا من معلومات حاليًا) نصوص قصيرة نسبيًا، إلا أنها مرتبطة بالبحث، كما سنرى لاحقًا. أما فيما يخص نوعية هذه الترجمات وشكلها، فقد كانت ترجمات حرفية، وقد لجأت إلى مصطلحات، سيتم تعديلها بعمق في المرحلة الثانية من مراحل الترجمة، كما سنرى لاحقًا.

ب – الترجمة مؤسسة ومهنة: عصر الأكاديميات (الترجمة في مرحلتها الثانية)

تسارعت حركة النقل هذه لتدخل في مرحلة ثانية حيث أصبحت الترجمة «مؤسسة» و«مهنة» في آن واحد. هذه المرحلة طبعها حلم المأمون، ولكنه أيضًا استمدّ منها كل معانيه.

وقد بقيت المرحلة الأولى من حركة الترجمة حتى في أوجها في بداية حكم العباسيين، متميّزة عن المرحلة التي تلتها، إن من حيث عدد الترجمات، أو من حيث تنوّع الكتابات المترجمة، أو من حيث تقنية المترجمين وتخصصهم المتصاعد. تحوّلت الترجمة في مرحلتها الثانية إلى مهنة علمية وإلى مؤسسة. هذا التحول الذي ابتدأ في عهد المأمون واستمرّ في تصاعد مع خلفائه، يعود إلى عدة أسباب؛ أحدها، وهو سبب يغيب عن نظر الكثيرين، هو التحول في المجموعة الإجمالية للمعارف؛ فبين منتصف القرن الثامن ومنتصف القرن التاسع ظهرت عدة علوم

---

[27] انظر:

R. Rashed, *Les Catoptriciens grecs*. I: *Les miroirs ardents*, édition, traduction et commentaire, Collection des Universités de France, publiée sous le patronage de l'Association Guillaume Budé, Paris, Les Belles Lettres, 2000, pp. 343-359.

ترتبط مباشرة بالمجتمع الجديد، بعقيدته وبتنظيمه؛ ظهرت مثلاً الحقول العديدة من البحث التي أثارتها الحاجة إلى فهم النصوص الدينية وتفسيرها. فهكذا انطلق طيف كامل من العلوم اللغوية بدءاً من أنثروبولوجيا اللغات، إلى علم بناء المعاجم المبني على بحث حقيقي في علم الأصوات باستخدام تفكير توافيقي* (الخليل بن أحمد) ومروراً بعلم النحو وعلم اللغة[28]. ولا يجب أيضًا أن ننسى تطوّر علم «الكلام»، هذا العلم الفلسفي-الفقهي، بمدارسه المتعددة وتفرعاتها[29]. ويمكننا كذلك أن نذكر قطاعات التاريخ المختلفة، وولادة طرائق التحليل النقدي للشهادات التاريخية؛ كما نذكر تطور الدراسات المتعلقة بتفسير النصوص المقدسة والقرآنية بشكل خاص، ومختلف العلوم المنطقية-الشرعية الضرورية للبحث في علم الحقوق الإسلامية، إلخ. نذكر أيضًا علم الجبر نفسه، وعلومًا أخرى وُلدت من الممارسة ومن متطلبات إدارة السلطة. نرى إذن أن موسوعة المعرفة، أي مجموعة معارف تلك الحقبة، أضحت بعيدة كل البعد عن موسوعة العصور القديمة المتأخرة. وسيقدم الفارابي لاحقًا، في *إحصاء العلوم*[30] لوحة إجمالية عن محتوى هذه الموسوعة الجديدة.

غير أن هذه الموسوعة الجديدة، وإن عكست العلوم وتنوّعها، وعكست بالتالي ثقافة العصر، إلا أنها تدل أيضًا على مسيرة نتبينها من خلال قراءة كتب *الطبقات* (طبقات العلماء) ومؤلفات أصحاب الطبقات القدامى: إنها مسيرة الاختصاص المتزايد. فلم يعد يكفي القول بأن هذا العالِم أو ذاك ينتمي أساسًا إلى

* نسبة إلى علم «التوافيق» الرياضي، الحسابي (المترجم).

[28] انظر ر. راشد، *تاريخ الرياضيات العربية: بين الجبر والحساب*. ص. ٢٩٤-٢٩٨،

[29] انظر:

R. M. Frank, “The Science of Kalām”, *Arabic Sciences and Philosophy*, 2.1, 1992, p. 7-37; J. van Ess, *Frühe Mu‘tazilitische Häresiographie*, Wiesbaden, F. Steiner, 1971.

في سبيل ملخص عن أقصى تفرّع للتيارات، انظر شهرستاني، كتاب *الملل والنحل*:

Shahrastani, *Livre des religions et des sectes*, Traduction avec introduction et notes par D. Gimaret et G. Monnot, Peeters/Unesco, 1986

[30] الفارابي، *إحصاء العلوم*، تحقيق عثمان أمين، الطبعة الثالثة، القاهرة، ١٩٦٨.

مهنة أو أحياناً إلى اثنتين، مترابطتين (مثل كونه «متكلماً»، أي فيلسوفاً-فقيهاً، وقانونياً)؛ بل كان يجب داخل المهنة عينها تحديد المدرسة التي ينتمي إليها: الكوفة أو البصرة مثلاً لعالِم النحو أو البصرة وبغداد للفقيه-الفيلسوف[31]. كل هذه العلوم الجديدة إضافة إلى المختصين بها، الذين كان عددهم يتزايد باستمرار، ولّدت طلبات لنتاجها، وكوّنت جمهوراً مهتمّاً بهذا النتاج.

فكانت متطلّبات الفقيه-الفيلسوف المعرفية في الفلسفة والمنطق، وحتى في علم السكون* وفي الفيزياء[32]، تتزايد كمّاً ونوعاً. أما المتطلبات ذات الطابع الديني كتحديد اتجاه مكة المكرمة (القبلة) وتحديد ساعات الصلاة في إمبراطورية بهذا الاتساع، فقد دعت إلى معارف جديدة في علم الفلك. كما أن تقدم العلوم الطبية أصبح ضرورياً لتلبية حاجات المراكز المُدُنية في مجال العناية الصحية. واستدعت وظائف «الديوان» والكُتّاب الخاصين (وهي وظيفة أصبحت مهنة حقيقية[33]) ثقافة عامة واسعة. وباختصار، شكّل هؤلاء الناس، العاملون في كل هذه المجالات، جمهوراً عريضاً لعلوم ولثقافة كانت تتوجّب ترجمتها من اليونانية والفارسية بشكل خاص. لذا نجد بين الكتب المترجمة، عدداً من المؤلفات ذات

---

[31] منذ البدايات، كان يُنظَر إلى هذه الاختلافات على أنها جوهرية. انظر في هذين الحقلين المذكورين، «الإنصاف في مسائل الخلاف بين النحويين البصريين والكوفيين» لأبي سعيد الأنباري، بيروت، ١٩٨٧ و«المسائل في الخلاف بين البصريين والبغداديين» لأبي رشيد النيسابوري، تحقيق م. زياده ور. السيّد، بيروت، ١٩٧٩.

* أو علم التوازن (الستاتيكا) (المترجم).

[32] أذكّر هنا بأبي الهُذَيل وإلى ابن أخته النظّام. انظر م. أ. أبو ريدة، إبراهيم بن سيّار النظّام وآراؤه الكلامية الفلسفية، القاهرة، ١٩٤٦؛ انظر أيضاً:

A. Dhanani, *The Physical Theory of Kalām. Atoms, Space and Void in Basrian Mu'tazili Cosmology*, Leiden, E.J. Brill, 1994.

[33] انظر مثلاً ابن قُتيبة، *أدب الكاتب*، تحقيق أ. فاعور، بيروت، ١٩٨٨؛ الجهشياري، كتاب *الوزراء والكتّاب*، بيروت، بدون تاريخ.

التوجّه الثقافي التي تتناول مواضيع مثل حِكَم الفلاسفة الأخلاقية[34] أو تفسير الأحلام[35].

لم تلبث هذه المرحلة الثانية من حركة الترجمة أن شهدت، تحوّل الترجمة إلى مؤسسة، وتحول الإرث الإغريقي في الوقت نفسه إلى مؤسسة. وهناك فيض من الوقائع والطرائف، التي تخبرنا أن خلفاء ووزراء وأمراء وميسورين، وحتى بعض العلماء قد أنشأوا المكتبات والمراصد وشجّعوا الترجمة والبحث[36]. ولكن هذه الروايات لم تلحظ بما فيه الكفاية أن هذه المؤسسات الجديدة لم تضمّ أفراداً فحسب كما في السابق، إنما أيضًا مجموعات، وفرقًا غالبًا ما كانت تتنافس وتتخاصم[37]. كل ذلك شكّل وسائل لدمج الإرث الإغريقي في المدينة العلمية الجديدة.

على سبيل المثال، ضمّ «بيت الحكمة» الذي أسّسه المأمون في بغداد علماء فلك مثل يحيى بن أبي منصور، ومترجمين مثل الحجّاج بن مطر-مترجم *الأصول* لأقليدس *والمجسطي* لبطلميوس - وعلماء رياضيات، منهم الخوارزمي؛ ولاحقًا ضمّت مجموعة أخرى مرتبطة بهذا البيت، الإخوة الثلاثة بني موسى (وهم علماء رياضيات وفلك، من الذين موّلوا الترجمة وشجّعوها)، وهلال بن هلال الحمصي مترجِم أبلونيوس، وثابت بن قرّة المترجِم وعالم الرياضيات. ومن المعروف أيضًا

---

34 على سبيل المثال، ترجمة حنين بن إسحاق لـ «وصية أفلاطون في تأديب الأحداث»، تحقيق لويس شيخو (رسائل فلسفية قديمة)، بيروت، ١٩١١.

35 على سبيل المثال، ترجمة حنين بن إسحاق لمؤلف أرتيميدور *كتاب الأحلام*؛ انظر التحقيق النقدي لتوفيق فهد، دمشق، ١٩٦٤.

36 انظر:

M.G. Balty-Guesdon, “Le *Bayt al-Ḥikma* de Bagdad”, *Arabica*, 39, 1992, pp. 131-150.

ويوسف العشّ، دُور الكتب العربية العامة وشبه العامة لبلاد العراق والشام ومصر في العصر الوسيط، دمشق، ١٩٦٧.

37 على سبيل المثال يذكر قدماء قدماء مؤلفي كتب الطبقات خلافات بين الكندي، ومساعديه، وبين بني موسى وفريقهم.

أن المترجمين والعلماء كوّنوا فِرقًا حول بني موسى وحول الكندي وحنين بن إسحاق. وأخيراً شكّل الجامع والمرصد والمشفى أمكنة ومؤسسات عملت فيها مجموعات أخرى من الاختصاصيين.

إن تنظيم الترجمة في تلك الحقبة يُظهر سِمَتَيْن مترابطتين وعلى قدر خاص من الأهمية. فلقد جرت الترجمة على نطاق واسع ولم تقتصر على الكتابات ذات الهدف التطبيقي أي العملي فقط؛ وقد حصل أكثر من مرة أن أعيد القيام بترجمات كانت قد حصلت في المرحلة الأولى أو في بداية المرحلة الثانية. فلقد ترجمت *أصول* أقليدس ثلاث مرات؛ وترجم *المجسطي* على الأقل ثلاث مرات ... هذه الإعادة للترجمة تجاوبت مع التغيير في معايير الترجمة كفعل. بالمختصر، أصبحت الترجمة فِعل أفراد، ينتمون إلى مدارس ومجموعات متنافسة؛ ولم تعد معايير الترجمة هي ذاتها، ولم يعد المترجم ما كان عليه طوال المرحلة الأولى، فلقد أصبح ذا تكوين مزدوج، من حيث اللغة ومن حيث العلوم والفلسفة. ولكن، وقبل أن نفسّر هذا التطوّر ونتساءل عمّن يترجم، وكيف يترجم، ولماذا يُترجم، نبدأ بالإشارة إلى أن الترجمات لم تتبع، لا نظامًا تعليميًا (أي أنها لم تبدأ بالكتب الأسهل لتنتهي إلى الكتب الأصعب) ولا تسلسلاً زمنيًا (يحترم التعاقب الزمني للمؤلفين اليونانيين). وبالتأكيد، لم يكن هناك خطة مسبقة موجهة للترجّمة. هذا لا يعني أن هذه الترجمة جرت نتيجة لمصادفة اكتشاف هذا الكتاب أو ذاك، فلدينا شهادات عديدة من ذلك العصر تشير، بالعكس إلى أنه كان يتمّ اختيار المؤلّف الذي ينبغي ترجمته، قبل الشروع بالبحث عن المخطوطات الضرورية للقيام بترجمته. فهكذا مثلاً قرّر حنين بن إسحاق ترجمة كتاب *البرهان* لجالينوس قبل أن يباشر البحث عن مخطوطات هذا المؤلف[38]؛ والأمر نفسه نجده عندما أراد بنو موسى ترجمة كتاب

---

[38] هاك ما يرويه حنين بن إسحاق عن واقعة حصلت معه، عند بحثه عن مخطوط لكتاب في *البرهان* لجالينوس: «هذا الكتاب جعله (جالينوس) في خمس عشرة مقالة وغرضه فيه أن يبين كيف الطريق في تبيين ما يُبيّن ضرورة وذلك كان غرض أرسطوطاليس في كتابه الرابع من المنطق. ولم يقع إلى=

المخروطات لأبلونيوس[39].

كل هذه السمات التي اتّسمت بها الترجمة في مرحلتها الثانية تكشف عن ظاهرة بقيت خافية لمدة طويلة، هي ظاهرة العلاقات الحميمة التي وحّدت الترجمة

= هذه الغاية إلى أحد من أهل دهرنا لكتاب البرهان نسخة تامة باليونانية. على أن جبريل قد كان عُني بطلبه عناية شديدة وطَلَبتُه أنا غاية الطلب وجُلتُ في طلبه بلاد الجزيرة والشام كلّها وفلسطين ومصر إلى أن بلغتُ الإسكندرية فلم أجد منه شيئًا إلا بدمشق نحواً من نصفه، إلا أنها مقالات غير متوالية ولا تامة، وقد كان جبريل أيضًا وجد منه مقالات ليست كلها المقالات التي وجدت بأعيانها وترجم له أيّوب ما وجد. وأما أنا فلم تطب نفسي «رسالة حُنين إلى علي بن يحيى»، ص. ٤٧ من النص العربي في:

G. Bergsträsser, *Ḥunain ibn Isḥāq über die Kunde syrischen und arabischen Galen-übersetzungen*, Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes XVII, 2, Leipzig, Deutsche Morgenländische Gesellschaft, 1925.

يتضح من هذه الشهادة أن الـ «بعثات» لم تكن تتوجه فقط إلى بيزنطية، إنما إلى كل الإمبراطورية القديمة؛ وأن الإسكندرية كانت من بين المدن المقصودة بحثًا عن مخطوطات يونانية؛ كما وأن مخطوط مؤلف بهذه الأهمية، كان «بكل بساطة» موجوداً في دمشق؛ وأن المترجمين أنفسهم كانوا يذهبون بصورة مستقلة عن البعثات الكبيرة، كتلك التي أمر بها المأمون، بحثًا عن مخطوطات؛ وأخيراً أنّ معرفتنا بالترجمة من اليونانية إلى السريانية وإلى العربية لم تزل إلى الآن، غير كافية. هذه الاستنتاجات تؤكّدها شهادة أخرى يجدر ذكرها هنا. فيروي يحيى (يوحنا) بن البطريق، عضو البعثة الشهيرة المرسَلة من الخليفة المأمون إلى بيزنطية، للبحث عن مخطوطات يونانية، كيف تلقى أمر الخليفة في البحث عن مخطوط «سر الأسرار». قال المترجم يوحنّا بن البطريق ما معناه: لم أدَع أيًا من هذه الهياكل التي استودعها الفلاسفة أسرارَهم إلا وذهبت إليه. ولا أي كبير بين النسّاك، والذي ازداد فطنة من خلال معرفته بهؤلاء والذي يمتلك باعتقادي، ما أبحث عنه، إلا وذهبت لرؤيته، حتى وصلت إلى الهيكل الذي بناه أسكليبيوس لنفسه. قابلت فيه ناسكًا ورعًا ومتعبداً، ذا علم رفيع وذكاء حادّ. أظهرت تجاهه عطفًا، بقيت في ضيافته، واستخدمت الحيلة، حتى أودعني الكتب الموضوعة في هيكله. من بين كتب أخرى وجدت الكتاب المنشود وهو ضالتي ومطمعي (تحقيق أ. بدوي: *Fontes Graecae doctrinarum politicarum islamicarum*، القاهرة، ١٩٥٤، ص. ٦٩).

[39] انظر:

R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IX^e au XI^e siècle*, vol. III: *Ibn al-*

الكثيفة مع البحث النشيط والمُجدِّد. هذه الروابط هي ما يهمّنا بشكل خاص في بحثنا هذا.

ج – نموذج مثالي للمترجم: مسيرة حنين بن إسحاق

قبل أن نتفحّص هذه الروابط، لنتوقّف قليلاً عند تشكّل هذا الجيل الجديد من المترجمين، هؤلاء الذين سينقلون الأساسي من الإرث الفلسفي والعلمي اليوناني طيلة القرن التاسع للميلاد، ولا سيما خلال نصفه الثاني. خلافًا لمعظم من سبقهم، لم يكن هؤلاء المترجمون، لا هواة يعرفون إحدى اللغات القديمة، ولا أصحاب «صناعة» (من أطباء أو خيميائيين) قادرين على نقل أحد الكتب التي تنتمي إلى مجال علمهم، بلغة عربية تقريبية. فلقد بدأ عهد أضحوا فيه محترفين حقيقيين، لغويًا وعلميًا في آن. ونستطيع القول بأن حنين بن إسحاق[40] هو نموذج مثالي من هؤلاء المترجمين. إن الرواية التي وصلتنا عن سيرة حنين على قدر كبير من الأهمية؛ فصحيح أنها قطعة أدبية فيها الكثير من التلاوين، نصف ما قد يكون حقيقية أو أسطورة، إلا أنها في كل الأحوال تُظهِر السمات المثالية لهذه المهنة الجديدة (ولكن كل شيء يحمل على الاعتقاد بأن هذه المسيرة المثالية لحياة حنين ليست بعيدة عن الواقع التاريخي). تقول هذه الرواية إنه عربي مسيحي (نسطوري)، وُلد في الحيرة، العام ٨٠٨ م، من أب صيدلي. بدأت مسيرته في البصرة حيث عمل على إتقان العربية. كان يعلم إذاً أن لغة الترجمة ليست هي نفسها اللغة المستخدَمة في الحياة اليومية. كان هذا الاختيار وراء الحكاية التي تقول بأنه التقى أحد كبار علماء اللغة

Haytham. Théorie des coniques, constructions géométriques et géométrie pratique, London, al-Furqān, 2000, chap. I.

[40] انظر:

G. Bergsträsser, *Ḥunain ibn Isḥāq über die Kunde syrischen und arabischen Galen-übersetzungen*, Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes XVII, 2, Leipzig, Deutsche Morgenländische Gesellschaft, 1925; G.C. Anawati et A.Z. Iskandar, "Ḥunayn ibn Isḥāq", *Dictionary of Scientific Biography*, 1978, vol. XV, Suppl. I, pp. 230-248.

العربية، الخليل بن أحمد[41]. تكشف هذه الحكاية، بشكل موجز ومعبّر، عن جوانب من سيرة حياته، إذ تقول إن الخيل بن أحمد شخصيًا كان أستاذه في العربية. وبعد ذلك نلقاه في بغداد، في مرحلة تكوينه العلمي البحت؛ يُجري في بغداد دراسته في الطب برعاية أحد أكبر أطباء العصر، يوحنا بن ماسويه. وهنا كان بطل الرواية هذه على موعد مع قَدَره؛ فبعد أن طرده ابن ماسويه من حلقته، يستعيد حنين طريق تكوينه الثقافي؛ إنها المرحلة الثالثة من هذا التكوين: يذهب إلى أحد المراكز الهيلينية بهدف إتقان اليونانية، في الإمبراطورية البيزنطية أو في الإسكندرية (وكاتبو السيَر لا يجزمون حول هذه النقطة). ويظهر مجدّداً بعد بضع سنوات، في بغداد، متمكّنًا من ترديد أبيات لهوميروس[42]، عن ظهر قلب؛ هذا التمكّن من ناصية اليونانية يشكّل بالتأكيد - على المستوى الرمزي - نظيراً لرعاية الخليل له فيما يخص اللغة العربية.

هناك إذاً ثلاث مراحل، منتظمة وضرورية لتكوين المترجم من الطراز الجديد، فهو بعد اليوم «مترجم-عالم»، يُتقِن اليونانية والعربية والسريانية، وأيضًا العلم. هذه المتطلبات الصعبة تنبئ بأمرين. الأول هو أن العلم الذي كان يُترجَم كان ما زال علمًا حيًا، وسنرى لاحقًا أن الترجمة لم تكن تحدث لإحياء تاريخ علم ما، إنما لمتابعة الممارسة الحية والبحث. أما الأمر الثاني، فهو أن إحدى مهمات المترجم، أضحت بناء اللغة العربية العلمية. هذه المهمة كانت تتطلّب بحثًا لغويًا بالمعنى الحقيقي، يُلزِم بتكوين مشابه للتكوين الذي تمكّن حنين بن إسحاق من الحصول عليه.

---

[41] «أقام (حنين بن إسحاق) مدّة في البصرة وكان شيخه في العربية الخليل بن أحمد» (ابن أبي أصيبعة، *عيون الأنباء في طبقات الأطباء*، طبعة ن. رضى، بيروت، ١٩٦٥، ص. ٢٥٧)؛ و«إن حنين بن اسحق كان يشتغل في العربية مع سيبويه وغيره ممن كانوا يشتغلون على الخليل بن أحمد» (المرجع نفسه، ص. ٢٦٢).

[42] المرجع نفسه، ص. ٢٥٨.

بعد ذلك، يمضي حنين بقيّة عمره بترجمة الكتب الطبيّة اليونانية وبعض كتب الفلسفة، ومن بينها كتب تتطلبها دراسة الطب. وخلال قيامه بهذه المهمة في الترجمة التي يوجد إجماع على جودتها، باشر بأبحاث في اللغة العربية العلمية. وهناك إحصاء لـ ١٢٩ كتاباً قام بترجمتها، ثلثاها تقريباً إلى السريانية وثلثها إلى العربية. إن عدم التوازن الجلي هذا، لصالح السريانية، يعكس تشكيل المجتمع الطبي في تلك الحقبة، ويعكس بالتالي سوق الطَلَب. فالمجتمع الطبّي كان لم يزل مؤلفًا بأغلبيته، من أطباء من أصل سرياني استمروا يشغلون منصب الأطباء في البلاط، ومن هؤلاء كانت تصدر معظم طلبات الترجمة تلبية لحاجات الممارسة والبحث[43]، وقد حفظت المصادر التاريخية، في الواقع، أسماء بعض الطالبين المموّلين، مثل بختيشوع بن جبرائيل وسلمويه وداؤود، ويوحنّا بن ماسويه، وكلهم أطباء سريانيون، وبني موسى وهم من علماء الرياضيات والمثقفين.

وقد زاول حنين بن إسحاق مهنة الطب ووضع عدّة مؤلفات طبية، إضافة إلى بضعة كتب في قواعد اللغة وعلم المعاجم العربية[44]. ولكي يمكن فهم ضخامة هذا الإنتاج، لا بدّ من أن نذكّر بسِمة ثانية هي سِمة تنظيم الترجمة والبحث في فِرَق عمل حقيقية، فقد تكوّنت حول حنين مدرسة كاملة وُجِد فيها ابنه إسحاق، وابن أخته حُبَيش وعيسى بن يحيى، إضافة إلى الناسخَين: الأحول والأزرق[45]. نرى إذن أن هذا النوع الجديد من المترجمين، لا يتميّز فقط بمتطلبات التكوين اللغوي والعلمي، إنما أيضًا بمهماته الجديدة: البحث في العربية العلمية وفي العلم في آن

---

[43] انظر:

H. Hugonnard-Roche, “L’intermédiaire syriaque dans la transmission de la philosophie grecque à l’arabe: le cas de l’Organon d’Aristote”, *Arabic Sciences and Philosophy* 1 (1991), p. 187-209.

[44] يشير ابن أبي أصيبعة من ضمن كتاباته إلى كتاب في قواعد اللغة *كتاب في النحو* وإلى كتاب في تصنيف أسماء الأدوية البسيطة *كتاب في أسماء الأدوية المفردة على حروف المعجم* (*عيون الأنباء*، طبعة ن. رضى، ص. ٢٧٣).

[45] المرجع نفسه، ص. ٢٦٠-٢٧٠.

واحد. وفي الواقع حصلت عملية تحوّل تدريجي ومستتر على امتداد ذلك القرن، أكّدت أمراً كان برعماً في عصر حنين بن إسحاق، وهذا الأمر هو التحوّل من «المترجم-العالم» إلى «العالم-المترجم». هذه هي المسافة النوعية التي تفصل حنين عن ثابت بن قرة (المتوفى عام ٩٠١ م).

د - المرحلة الثالثة من مراحل الترجمة: من «المترجم-العالم» إلى «العالم-المترجم»

ثابت بن قرة، أحد أكبر علماء الرياضيات لا في الإسلام فحسب وإنما عبر كل العصور، بدأ حياته صرّافاً. كانت السريانية لغته الأم، وعمل على إتقان اليونانية والعربية بما يكفيه ليترجم في الفلك وفي الرياضيات والفلسفة. وقد كانت مواهبه ومعارفه اللغوية، سبباً لأن «يكتشفه» محمد بن موسى وهو عائد من بعثة للبحث عن مخطوطات في الإمبراطورية البيزنطية، في بلده الأم حرّان (أو في قرية من الضواحي، كفر توثا) ولأن يصطحبه معه إلى بغداد. في بغداد استقبله محمد بن موسى في منزله الخاص؛ وحصل ثابت على تكوينه الرياضي برعاية الإخوة الثلاثة، وخاصة أصغرهم، عالم الرياضيات الفذّ، الحسن. وبعد أن أتمّ تكوينه، قام ثابت بن قرة بترجمة عدد هائل من المؤلفات الرياضية اليونانية، منها *في الكرة والأسطوانة* لأرشميدس والكتب الثلاثة الأخيرة من *المخطوطات* لأبلونيوس (وهي اليوم مفقودة باليونانية)، *والمدخل إلى علم العدد* لنيقوماخوس الجرشي. وراجع عدداً كبيراً من الترجمات، منها ترجمة *أصول* أقليدس وترجمة *المجسطي* لبطلميوس. وأخيراً قام ثابت بتأليف العديد من الأعمال في علم الفلك وفي الرياضيات، وهي مؤلفات على قدر من الأهمية، جعلها عملياً تُزيح إلى المرتبة الثانية، أعمالَه في الترجمة رغم أهميتها.

بين المترجم-العالِم مثل حنين بن إسحاق، والعالِم-المترجم مثل ثابت بن قرة، تتموضع فئة وسيطة إن جاز التعبير، كانت تتكوّن من مترجمين بارزين، ذوي تكوين علمي واسع وصلب؛ من هؤلاء ابن حنين بالذات، إسحاق بن حنين (المتوفى

عام ٩١١ م) وقسطا بن لوقا (المتوفى في بداية القرن العاشر م). يبقى أن نشير إلى أن هذه المرحلة الجديدة من الترجمة، شهدت تغييراً في متطلبات التكوين، وحتى في معايير فِعل الترجمة بالذات، وتمتيناً إلى الحدّ الأقصى للصلات بين البحث العلمي والفلسفي وبين الترجمة. كل ذلك شكّل عوامل، ولّدت نشاطاً غير مسبوق، لحظناه مع ثابت، هو مراجعة الترجمات القديمة، أو تلك التي قام بها من لم يكن اختصاصياً في المجال العلمي الذي ترجم فيه.

الترجمة والبحث: جدلية متعددة الأشكال

أن ننسى البحث العلمي والفلسفي، يعني أن نحكم على أنفسنا بعدم فهم أي شيء عن حركة الترجمة من اليونانية إلى العربية. فالبحث العلمي والفلسفي هو الذي كان الضوء الهادي في عملية اختيار الكتب المترجَمة، وهو الذي كان يوجّه تطور الترجمة. هذا التأكيد ليس وليد مصادرة نسوقها؛ وهو ليس نتيجة فهم وتحسس للترجمة كفِعل، بل للتاريخ، لا أكثر ولا أقل. وسنستعين ببعض الأمثلة من ميادين مختلفة، لنوضح بقدر ما نستطيع هذه الجدلية بين البحث والترجمة. اختيارنا لهذه الأمثلة، يخضع إلى كونها تعبّر عن ظروف ووضعيات مختلفة، كما يتقيّد بالطبع بحدود معلوماتنا واختصاصنا. لذا سنأخذ هذه الأمثلة بشكل رئيسي من علم المناظر ومن الهندسة ومن علم الحساب.

١- تلازم البحث مع الترجمة وتجاوزه لها: حالة علم المناظر وعلم انعكاس الضوء

لنبدأ بشكل «عملي»، فنستعرض عناوين المؤلفات الأساسية اليونانية في علم المناظر وعلم انعكاس الضوء المترجمة إلى العربية وأسماء مترجميها العرب:

١) كتاب *المناظر* لأقليدس، المترجَم إلى العربية مرتين على الأقل، إحداهما قبل منتصف القرن التاسع. يُجري الكندي شرحًا نقديًا لهذا المؤلّف، انطلاقًا من أبحاثه الذاتية في علم المناظر[46].

٢) كتاب *المناظر* لبطلميوس الذي فُقد نصّه اليوناني، كما فُقدت ترجمته العربية، التي لم تتم على الأرجح قبل نهاية القرن التاسع. ولم يبق من هذا المؤلف سوى الترجمة اللاتينية للنص العربي التي حققها الأمير أوجين الصقلّي[47] (Eugène de Sicile). واستناداً إلى الوثائق المتوفّرة لدينا حاليًا، يبدو أن تأثير هذا المؤلف، وخاصة الكتاب الخامس منه، الذي يتناول موضوع انكسار الضوء، قد تأخّر في تطوير علم المناظر، إلى القرن العاشر (حيث نلمس هذا التأثير في أبحاث العلاء بن سهل تحديداً).

٣) مؤلف علم *انعكاس الضوء* المنسوب لأقليدس. وقد سبق أن برهنا على وجود آثار منه بالعربية، خصوصًا في كتاب من القرن التاسع وألفه قسطا بن لوقا[48].

٤) مؤلف *المرايا المحرقة* لديوقليس؛ وقد أتى أطوقيوس على ذكر اثنتين

---

[46] انظر:

R. Rashed, "Le commentaire par al-Kindī de l'*Optique* d'Euclide : un traité jusqu'ici inconnu", *Arabic Sciences and Philosophy*, 7.1, 1997, p. 9-57.

[47] انظر:

A. Lejeune, *L'Optique de Claude Ptolémée dans la version latine d'après l'arabe de l'émir Eugène de Sicile*, Louvain, 1956.

[48] انظر:

R. Rashed, *Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī*. Vol. I : *L'Optique et la Catoptrique d'al-Kindī* , Leiden, E.J. Brill, 1996, Appendice II, pp. 541-645.

نُقِل هذا الجزء إلى العربية بعنوان «علم المناظر وعلم انعكاس الضوء : أبو يوسف يعقوب بن إسحاق الكندي»، ترجمة نزيه عبد القادر المرعبي، مراجعة الترجمة د. بدوي المبسوط ود، نقولا فارس بيروت، مركز دراسات الوحدة العربية، ٢٠٠٣.

فقط من قضايا هذا المؤلف[49]. الكتاب مفقود باليونانية. ولا نملك منه سوى الصيغة العربية، وهي صيغة مُبكِرة نسبياً[50] نظراً إلى المفردات والتعابير المستخدمة فيها.

٥) مؤلف *المرايا المحرقة* (*المفارقات الميكانيكية*) لأنثميوس الترالي. النص اليوناني الحالي لهذا الكتاب غير كامل. تُرجِم هذا النص إلى العربية مرتين وربما ثلاث مرات؛ الترجمة الأولى حصلت قبل منتصف القرن التاسع، والترجمة الثانية بعده. وإحدى الصيغ العربية لهذا الكتاب تبدو كاملة[51].

٦) مؤلف *المرايا المحرقة وجوامع المخروطات*؛ وهو ترجمة عربية لكتاب يوناني مفقود للمدعو دترومس (Dtrūms)، بحسب الكتابة العربية، ولم تتم تحديد هوية هذا العالِم إلى الآن[52].

٧) المقطع المعروف بـ «مقطع بوبيو (Le fragment Bobbio)» في المرايا المحرقة. ولا يوجد أي أثر لهذا النص بالعربية[53].

يُضاف إلى هذه اللائحة عدة عناوين أقل أهمية، كمؤلف *علم انعكاس الضوء* لهيرون الإسكندراني، الذي بقيت إلى يومنا هذا مقاطع منه بالعربية، في ترجمة قديمة[54].

تلك هي إذاً مجمل النصوص في علم المناظر وعلم انعكاس الضوء. من هذه اللائحة نستخلص على التو بعض النتائج التي تفرض نفسها؛ فلقد كان الأساسي من الأعمال اليونانية معروفًا وتمّ نقله إلى العربية؛ وتمّ نقل النص نفسه أكثر من مرّة

---

[49] انظر:

R. Rashed, *Les Catoptriciens grecs*, Première partie.

[50] المرجع نفسه، ص. ٢١.

[51] المرجع نفسه، ص. ٣٤٣-٣٥٩.

[52] المرجع نفسه، الفصل الثاني، ص. ١٥٥-٢١٣.

[53] المرجع نفسه، الفصل الرابع، ص. ٢٧٢ وما يليها.

[54] كتابات عديدة من هذا التقليد لا تزال موجودة بالعربية إلى يومنا.

أحياناً. هذا ما قصدناه عندما أكّدنا أن الترجمة كانت ضخمة ومتنوّعة؛ ومن جهة أخرى، نُقلت عدة مؤلفات إلى العربية قبل منتصف القرن التاسع؛ وهذه المؤلفات أخيراً لم تُدرس فحسب، إنما خضعت لنقد علمي بدءاً من منتصف القرن نفسه. على سبيل المثال، خضع كتاب *المناظر* لأقليدس وأيضًا مؤلّف أنثميوس الترالي[55]، لنقد دقيق ومُفصَّل من قبل الكندي.

ولا يجب الاعتقاد بأنّ الترجمات توالت بالترتيب الذي أوردناه أعلاه، فالترتيب الذي اتُّبع هو في الواقع ذاك الذي أملاه البحث، وهذا ما سنراه لاحقًا. وقبل الخوض في هذه النقطة، لنبدأ بلحظ الفرق بين مرحلتَيْ الترجمة، مما يساعدنا على استخلاص معاييرها. وفي هذا المجال يشكل مثال أنثميوس الترالي إيضاحًا جيّداً.

جرت الترجمة الأولى لمؤلّف *المفارقات الميكانيكية* لأنثميوس الترالي، بالتأكيد قبل منتصف القرن التاسع في الوقت نفسه الذي بدأ فيه، على ما يبدو، بحث بالعربية في المرايا المحرقة؛ فأعمال الكندي وقسطا بن لوقا في هذا المجال لا تدع مجالاً للشك حول هذه النقطة. نستنتج، عند الفحص المفصّل لهذه الترجمة، أنها ترجمة حَرفية وأنها تستخدم مفردات قديمة، يعني أن الكندي نفسه قد تخلّى عن هذه المفردات. الترجمة الثانية استفادت من البحث الذي كان قد بوشِرَ به، لا باختيار مفردات أكثر صحة وملاءمة فحسب، إنما أيضًا بتحسين المبنى اللغوي من أجل الوصول إلى نص أسهلَ قراءةً[56].

---

[55] ر. راشد، «علم المناظر وعلم انعكاس الضوء: أبو يوسف يعقوب بن إسحاق الكندي».

[56] نأخذ مثلاً واحداً لإيضاح هذا الموقف؛ يكتب أنثميوس:

τοῦ H σημείο μεταξὺ τῆς τε χειμερινῆς ἀκτῖνος καὶ τῆς ἰσημερινῆς νοο μένο ὡσανεὶ κατὰ τὴν διχοτομίαν τῆς ὑπὸ ΕΒΓ γωνίας καὶ ἐκϐληθείσης τῆς HZ ὡς ἐπὶ τὸ Θ σημεῖον (*Les Catoptriciens grecs*, p. 350, 10-15).

نقرأ نقل هذه الجملة في الترجمة الأولى كما يلي:

«وليُفعل علامة حَ واسطةً بين الشعاع الشتوي وشعاع الاستواء، كأنها قاطعة وسط زاوية ه ب جـ. وليُخرج خط ح زَ إلى علامة طَ.» =

= نقل المترجم الكلمة اليونانية νοεῖσθαι إلى العربية بكلمة «فعل»؛ وهي ترجمة أقل ما يُقال فيها أنها غير موفّقة. وفي حالة كونه أراد أن يتجنّب صيغة من صيغ فعل «وَهَمَ» (أو تخيّل أو تصوّر) (وهي حالة غير محتملة على كل حال)، كان بإمكانه أن يستقر اختياره على «جعل» أو «كان». لنذكر من جهة أخرى استخدامه لكلمة «علامة». للتعبير عن الكلمة اليونانية σημεῖον. وهذا الاستخدام أصبح نادراً أكثر فأكثر حتى لو بقينا نصادفه خلال القرن التاسع، لنقرأ نقل هذه الجملة نفسها في الترجمة الثانية:

«ولتكن نقطة ح في الوسط فيما بين خطي ب ه ب ج على نصف زاوية ه ب ج. ونخرج ح ز إلى نقطة ط.»

فنلاحظ أن الألفاظ والمبنى اللغوي في الترجمة الثانية أفضل تلاؤماً مع العربية ومع لغة علم المناظر الهندسي. ولنتابع قليلاً هذا المثل حيث يمضي النص اليوناني كما يلي:

ἐὰν τοίν ν κατὰ τὴν θέσιν τῆς HZ εὐθείας νοήσωμεν ἐπίπεδον ἔσοπτρον, ἡ BZE ἀκτὶς προσπίπτο σα πρὸς τὸ HZΘ ἔσοπτρον λέγω ὅτι ἀνακλασθήσεται ἐπὶ τὸ A σημεῖον (*Ibid.*, p. 350, 14-17)

والذي نقله المترجم القديم بالعبارات التالية:

«فمتى ما نحن توهمنا مرآة ذات سطح مستوٍ في موضع خط ح ز المستقيم موقعًا للشعاع الذي دلائله ب ز ه على مرآة ز ح ط، أزعم أنه يُعطف راجعًا إلى موضع آ.»

لنلاحظ أن العبارة «فمتى ما نحن توهمنا» تتضمن تردداً وأنها صيغة ذات منحى لغوي غير عربي؛ وكان من الأفضل أن يُكتب «فمتى توهمنا». وكذلك كان من الأنسب استخدام أداة الجر «على» بدل «في». أما باقي المقطع فليس بأفضل حال؛ فكان ينبغي بعد كلمة «المستقيم» كتابة:

«وكانت مرآة ز ح ط موقعًا لشعاع دلائله ب ز ه، فأقول إنه ينعكس إلى موضع آ.»

نلاحظ إذن أن للترجمة الحَرْفية هنا مفعولاً سلبياً. من جهة أخرى عبارة «دلائله ب ز ه تعبير قديم، أهمله المترجمون اللاحقون. نشير أيضاً إلى أن عبارة «عطف راجعًا» للتعبير عن «انعكس» بدأت بالزوال في القرن التاسع وأخيراً نشير إلى أن استخدام «أزعم» بدل «أقول» للتعبير عن كلمة λέγω اليونانية لا يظهر في ترجمات منتصف القرن التاسع.

أما الترجمة الثانية للجملة الثانية، فأتت كما يلي:

«فإن توهمنا سطحًا مرائيًا موضوعًا على موضع خط ح ز ط، فإنه يكون شعاع ب ز ه إذا وقع على مرآة ح ز ط يرجع إلى نقطة آ.»

هذه الترجمة، الأقل حرفية، وإن لم تعبّر حرفيًا عن النص اليوناني (إذا افترضنا أن المقصود هو النص نفسه، وهذا ليس أكيداً بشكل قاطع)، فإنها تعطي المعنى بلغة عربية صحيحة، إن من ناحية =

لم يمرّ هذا الاختلاف بين نمطَي الترجمة مرور الكرام في ذلك الوقت، رغم غياب بُعده التاريخي عن البال. فلم تكن أبداً إثارة مسألة اختلاف أساليب الترجمة من قبيل الصدفة، في القرن التاسع وبعده. فقد ناقش الكندي هذا الموضوع، وكذلك بحث فيه الأديب والفيلسوف الجاحظ[57]، المعاصر للكندي. وفي هذا المجال، يكفي أن نقرأ نص رسالة يردّ فيها الكندي على شخص كان قد راسله، عصى عليه فهم وصف بطلميوس لإحدى الآلات، في الكتاب الخامس من *المجسطي*[58]. هذا النص ذو الأهمية البالغة يخبرنا، بلغة العصر، ما كانت عليه الترجمة من اليونانية إلى العربية ويُذكّرنا بالأسلوبين الأساسيين اللذين أتينا على ذكرهما. فعلاوة على الصعوبة الناتجة من المفردات، تسود الصعوبة في المبنى اللغوي. هاتان الصعوبتان ميّزتا لغة العلم المختصة (وهي في مثلنا هنا، لغة علم الفلك). وهناك في الواقع ثلاثة أساليب للترجمة: الترجمة الحرفية (كلمة لكلمة) التي يُجازف فيها المترجم بفقدان المعنى؛ وترجمة المترجمين-العلماء الذين يهمهم بالدرجة الأولى معاني المفاهيم؛ ومن بين هؤلاء يستطيع فقط المتمكّنون من اللغة اليونانية والحذاقة بها (كما يقول الكندي) التخلّص من الأخطاء وتقديم ترجمة دقيقة. أما الكندي فقد عبّر عن تفضيله الترجمة كلمة لكلمة، نظراً إلى تعذّر وجود الترجمة الممتازة من النوع الثاني، التي اتصفت بها أعمال حنين وإسحاق وآخرين.

= المفردات أو من ناحية المبنى اللغوي.

[57] *كتاب الحيوان*، تحقيق عبد السلام هارون، المجلد الأول، ص. ٧٥ وما يليها. انظر أبو حيّان التوحيدي، *كتاب الإمتاع والمؤآنسة*، تحقيق أ. أمين وأ. الزين (إعادة بولاق، بدون تاريخ)، ص. ١١٢، ١١٥-١١٦، ١٢١. انظر كذلك محسن مهدي:
Muhsin Mahdi, “Language and Logic in Classical Islam”, in G.E. van Grunbaum, *Logic in Etnical Islamic Culture,* Wiesbaden, 1970, pp. 51-53.

[58] الكندي، *رسالة في ذات الحلق*، مخطوطة باريس، المكتبة الوطنية 2544، الورقات ٥٦-٦٠.

ما أوردناه من أفكار يؤدّي إلى دلالة تاريخية واضحة، وإن لم يشر إليها الكندي، الذي كان على اتصال دائم مع هذين النمطين من الترجمة. فالواقع أن النمط الأول من الترجمة كان يستجيب لحاجات بحث كان لم يزل في بداياته، أما النمط الثاني فقد ارتبط عمومًا ببحث متقدّم. ويمكن اعتبار الكندي ومعاصره ابن لوقا مَثلَيْن صالحين في هذا المجال.

فيما يخص علم انعكاس الضوء؛ فالكندي الذي كان بحوزته أول صيغة عربية من مؤلف *المفارقات* الميكانيكية، كتب رسالة كاملة عن المرايا المحرقة[59]. في هذه الرسالة لا نجد نقداً لمكامن الضعف العديدة في نص أنثميوس فحسب، بل نجد أيضًا مجموعة كبيرة من النتائج الجديدة. وقام ابن لوقا هو أيضًا ببحث في علم انعكاس الضوء[60]، ووضع مؤلفًا في المرايا المحرقة. وتدلّ الدراسة الدقيقة للمفردات والتعابير المستخدمة في هذه النصوص، أن نقل معظم المؤلفات اليونانية حول المرايا المحرقة إلى العربية، تمّ في تلك الحقبة. إن التقدّم الذي حقّقه الكندي وآخرون من بعده في البحث سيؤدي إلى نتيجة فيها شيء من المفارقة؛ فمن جهة أولى يحث هذا التقدّم على القيام بترجمة أفضل لمؤلف *المفارقات* الميكانيكية، يستخدمها خلفاء الكندي، مثل ابن عيسى (وهو مؤلف من المرتبة الثانية)[61]؛ ومن جهة أخرى يدفع باتجاه تقليص دور النصوص اليونانية المترجمة، لحصر هذا الدور في قيمتها التاريخية فقط. فإذا كان الاهتمام بهذه النصوص في بداية القرن العاشر قد استمرّ عند البعض مثل عطارد وابن عيسى، إلا أنها لم يبقَ منها في نهاية القرن عند ابن سهل ومعاصريه وخلفائه، سوى ذكرى، باهتة في أغلب الأحيان.

ولكن المرايا المحرقة لم تكن إلا فصلاً من علم المناظر الهلينيستي. فهذا العلم ضمّ أيضًا علم المناظر بالمعنى الحقيقي للكلمة، أي: الدراسة الهندسية للرؤية

---

[59] ر. راشد، *علم المناظر وعلم انعكاس الضوء*.

[60] ر. راشد، *علم المناظر وعلم انعكاس الضوء*، الملحق الثاني.

[61] المرجع نفسه، الملحق الثالث، ص. ٦٤٧-٧٠١.

وللأغلاط البصرية؛ وعلم انعكاس الضوء، أي الدراسة الهندسية لانعكاس الأشعة البصرية على المرايا؛ وعلم المناظر التابع للرصد الجوي حيث تُدرس الظاهرات الجوية مثل ظاهرتي الهالة الشعاعية وقوس قزح، ... تلك هي الفصول التي ذكّر بها الفارابي في مؤلّفه *إحصاء العلوم*. وإلى هذه الفصول الهندسية، يجب إضافة المعتقدات المتعلقة بالرؤية التي وجّهت أعمال الأطباء ومؤلفات الفلاسفة. وقد جرى نقل الإرث الإغريقي، في كل هذه الميادين وفق نموذج المرايا المحرقة الذي أتينا على تحليله.

ليس بإمكان الأبحاث التاريخية إلى الآن أن تجعلنا قادرين على تحديد المفاهيم البصرية التي انتقلت قبل نهاية القرن الثامن عبر الممارسة الطبية. ولكننا نشهد في حدود تلك الفترة وخلال النصف الأول من القرن التاسع، بحثًا في طب العيون عند أطباء مثل جبرائيل بن بختيشوع (المتوفّى في ٨٢٨-٨٢٩ م) ويوحنّا بن ماسويه من بعده[62]. فالاهتمام بطب العيون، كان كبيراً بحيث دفع حنين بن إسحاق لأن يضع من أجل المجتمع الطبي «موجزاً» يعرض فيه محتوى كتابات جالينوس عن علم تشريح العين وعلم وظائفها[63]. كما ترجم حنين المؤلف المنسوب إلى جالينوس *المسائل في العين*[64]. فهل كانت ممارسة طب العيون والبحث فيه حافزاً على دراسة علم المناظر وانعكاس الضوء؟ إنه لأمر معقول، رغم أنه ما زال من المبكر الإجابة عن هذا السؤل. على كل حال، شهدت تلك الفترة من الزمن ترجمة معظم الأعمال الرئيسية اليونانية - أقليدس، ثيون، هيرون - في علم المناظر

---

[62] النديم، *الفهرست*، ص. ٣٤٥-٣٥٥.

[63] انظر كتابيه *دغل العين* و*في معرفة مهنة الكحالين*، راجع:

M. Meyerhorf - C. Prüfer, "Die Augenheilkunde des Juhana ben Masawaih", *Der Islam*, 6, 1915, pp. 217-256 ; M. Meyerhof, *The Book of the Ten Treatises on the Eye ascribed to Hunain ibn Ishaq (809-877AD)*, Cairo, 1928, p. 11-12.

[64] انظر:

M. Meyerhof, *The Book of the Ten Treatises on the Eye ascribed to Hunain ibn Ishaq*, p. 18 sqq.; P. Sbath - M. Meyerhof, *Livre des questions sur l'œil de Ḥonaïn ibn Isḥāq*, in *Mémoires présentés à l'Institut d'Egypte*, Cairo, 1938, t. 36.

وانعكاس الضوء. (أما ترجمة *مناظر* بطلميوس، فقد انتظرت على الأرجح حتى نهاية القرن). فلئن كان علم المناظر العربي الوريث لعلم المناظر اليوناني، وفقط لهذا العلم، إلا أن تاريخه بدأ فوراً كتاريخ لتصحيح هذا العلم ونقده.

حوالى منتصف القرن التاسع، لم تكن *مناظر* أقليدس بمتناول اليد فحسب، إنما كانت أيضًا موضع تصحيح، وهذا أمر له دلالته. فبتنا الآن نعرف أن *مناظر* أقليدس لم يكن لها في ذلك الوقت ترجمة وحيدة، بل ترجمتان. إحدى هاتين الترجمتين موجودة في عدة مخطوطات، وهي تخرج عن النص المقدّم في الصيغتين اليونانيتين - المعروفتين حاليًا - وحتى في مقاطع أساسية منها، مثل التحديدات التمهيدية. هذه الترجمة العربية قام بشرحها في القرن الثالث عشر، اثنان من علماء الرياضيات: نصير الدين الطوسي وابن أبي جرادة. والترجمة الثانية قديمة قِدم الترجمة الأولى على الأقل، إذ إنها الترجمة التي استعملها الكندي في منتصف القرن التاسع. إن التعرّف إلى هذه الصيغة وتحديدها بدّلا بعمق تصوّرنا لتاريخ نص *مناظر* أقليدس، هذا التاريخ الذي كان هيبرج (Heiberg) قد أعاد رسمه والذي هو، منذ عهد قريب، موضع جدل. ولكي نعرض هذا الأمر باختصار، نذكر بأن هيبرج ميّز بين مخطوطة أصيلة (Optica Genuina Vind. phil. gr. 103) وبين التنقيح الذي سمّاه هو تنقيح «ثيون»، الذي تُعتبر مخطوطة Vat. gr. 204 أقدم مخطوطة له. ومؤخراً ساد الاعتقاد أن بالإمكان نقض هذه الأطروحة، وتأكيد أن النص الذي ينسبه هيبرج إلى ثيون (Vat. gr. 204) هو نص أقليدس، بينما تُشكِّل الـ Optica Genuina تطويراً متأخّراً له. إلا أن أخذ الصيغتين العربيتين سابقتي الذكر، بالاعتبار، يتيح لنا أن نتجاوز هذا الخيار البديل، وأن نبرهن أنه لم يوجد تقليدين فقط لنص *مناظر* أقليدس، إنما أربعة تقاليد، كل واحد منها مستقل عن الآخر. وهذا يؤكّد أن أيًا من هذه التقاليد لم ينفرد وحدَه بالحفاظ على الصيغة الصحيحة لنص أقليدس.

صاغ الكندي أول شرح نقدي معروف في التاريخ لـ *مناظر* أقليدس. عنوان كتابه يشرح بصورة جلية قصده: «تصحيح الخطأ والمشكلات التي لأوقليدس في كتابه الموسوم بالمناظر». إلا أن هذا الكتاب قد سبقه كتاب آخر للكندي هو في

اختلاف المناظر. هذا النص فُقد بالعربية وبقيت إلى عصرنا ترجمته اللاتينية وهي بعنوان *Liber de Causis diversitatum aspectus*، وهي الكتاب المعروف بـ *De Aspectibus*. خُصّص الربع الأول منه لإثبات الانتشار المستقيم لأشعّة الضوء، وذلك عن طريق اعتبارات هندسية تتعلّق بالظلال وبمرور الأشعة عبر الشقوق أو الثقوب؛ فهكذا يكون الكندي قد وسّع ملاحظات وردت في مُقدِّمة الصيغة الثانية من *مناظر* أقليدس، وهي المقدّمة التي نسبها هيبرج إلى ثيون. ولا يهمنا هنا إن كانت هذه النسبة مبنية على أساس أو لا. المهمّ بالأحرى هو أن نسجّل أن هذا الجزء على الأقل من صيغة *المناظر* الثانية، كان معروفًا بالعربية في منتصف القرن التاسع، هذا إن لم تكن الصيغة نفسها كلها معروفة. في القسم الثاني من كتاب *De Aspectibus*، يستعيد الكندي المبادئ الرئيسية للرؤية، المعروفة منذ القدم، ويتبنّى في النتيجة مبدأ بثّ الشعاع البصري*، مع بعض التعديلات. ونقاش الكندي لهذا الموضوع، له على الأقل، فضل الدلالة على أنه كان مطّلعًا على نظريات أسلافه في الرؤية. أما في الجزء الأخير من *De Aspectibus*، فيدرس ظاهرة الانعكاس ويُقيم المساواة بين الزاوية المؤلفة من الشعاع الساقط ومن العمود على المرآة عند نقطة السقوط، وبين الزاوية المؤلفة من الشعاع المنعكس ومن هذا العمود. وبرهانه هذا ليس هندسيًا فقط، إنما أيضًا تجريبي. وكان هذا «التحقّق التجريبي» يجري بلغة تقليدية نعاين آثارًا منها في مقدّمة *المناظر* المنسوبة إلى ثيون، وهي اللغة التي أعاد ابن الهيثم النظر فيها بعمق في بداية القرن الحادي عشر.

القصد من وراء هذا التذكير المقتضب والسريع بمحتوى كتاب *De Aspectibus* هو إظهار نمط البحث في المناظر في منتصف القرن التاسع، وفي الوقت نفسه، إظهار المسافة التي تفصله عن علم المناظر الأقليدي بالمعنى الحصري، التي شكّلت خلفية تلقّي علم المناظر. فما أن أنهى الكندي صياغة كتابه *De Aspectibus*، حتى كتب شرحه النقدي لـ *مناظر* أقليدس. فالتسلسل الزمني لكتابات الكندي في المناظر

---

* من العين (المترجم).

واضح، إذ إن شرحه النقدي لـ «مناظر» أقليدس تلا إسهامه الخاص في هذا المجال. هذا الترتيب يفسّر، ولو جزئيًا، المعنى الذي يرتديه الشرح النقدي: يقوم الكندي بفحص تحديدات أقليدس وقضاياه الواحدة تلو الأخرى، على ضوء نتائج أبحاثه الخاصة (أي أبحاث الكندي)؛ ويُدرج انتقادات سبق ووجّهها إلى أقليدس خلال إعداده كتابه ويصوِّب ما بدا له غير صحيح، ويقترح براهين أخرى تبدو له أفضل، ويحاول أن يكشف، على قدر ما يستطيع الأفكار الغامضة أو المستترة.

تشكّل أعمال الكندي في المناظر، كما أعماله في المرايا المحرقة، حالة مثالية من هذا التلازم بين ترجمة الإرث الإغريقي والبحث. وهي، إضافة إلى ذلك، لا تدل على استحالة إعادة رسم التقليد المفهومي لكتاب *المناظر* فحسب، إنما أيضًا على استحالة رسم التلقيد النَصّي لهذا المؤلف، بدون دراسة دقيقة لصِيَغه العربية.

وقد شهد القرن التاسع أمثلة على ذلك غير مثل الكندي. فقد اهتمّ قسطا بن لوقا، وهو أحد مساعديه وزملائه بعلم المناظر وعلم انعكاس الضوء. وقد وضع بدوره، إنما لاحقًا، حوالى سبعينيات ذلك القرن، كتابًا بعنوان *كتاب في علل ما يعرض في المرايا من اختلاف المناظر*[65]، هو بحث في علم انعكاس الضوء. ويدل تفحص هذا البحث على أن ابن لوقا كان على علم بـ *مناظر* أقليدس، ولكن أيضًا بـ *علم انعكاس الضوء* المنسوب إلى هذا الأخير. ويبدو أن ابن لوقا استخدم القضية الأولى من كتاب *علم انعكاس الضوء* في الفصل العاشر من كتابه؛ وكذلك في الفصل الثاني والعشرين منه، حيث يمكن التعرّف على آثار للقضايا ٧ و١٦ و١٩ من ذلك الكتاب نفسه. في الفصل الذي تلاه، نرصد القضية ٢١ من كتاب *علم انعكاس الضوء*، وفي الفصل الثامن والعشرين يستخدم ابن لوقا القضية ٥ من ذلك الكتاب المنسوب إلى أقليدس. هذا التقارب، وإن لم يُثبّت أن الصيغة العربية من *علم انعكاس الضوء* كانت بحوزة ابن لوقا، فإنه يوحي بشدة بأن هذا العالِم استطاع الوصول إلى مصدر، مجهول حتى الساعة، أدرجت فيه بعض قضايا هذا الكتاب.

---

[65] ر. راشد، *علم المناظر وعلم انعكاس الضوء*، الملحق الثاني.

المؤلف الثـاني الهـام الذي أورثنا إياه علم المناظر اليـوناني هو مـؤلف بطلميـوس. وليس لدينا للأسف ما يمكننا من تحديد تاريخ ترجمـته العـربية المفقودة اليوم أو من معرفة السياق الذي حصلت فيه هذه الترجمة. وقد اعتقد البعض أن كتاب *De Aspectibus* للكندي «يحوي عدة مقاطع مستوحاة بشكل واضح من عروض موجودة في صيغة أوجين»[66] من كتاب بطلميوس؛ وصيغة أوجين هي الترجمة اللاتينية للصيغة العربية لهذا الكتاب؛ وهكذا تكون ترجمة هذا الكتاب إلى العربية قد حصت قبل الكندي. ولكن هذا الأمر يبدو لنا هذا غير صحيح. فلقد سبق أن برهنّا[67] أن مقدّمة التنقيح المنسوب إلى ثيون تكفي لشرح ما نجد في *De Aspectibus*. إن أول شاهد لدينا حتى الآن عن الترجمة العربية لـ« مناظر » بطلميوس يعود إلى فترة متأخرة حوالى نهاية القرن العاشر؛ وهذا الشاهد هو العلاء بن سهل[68]. لذلك وإذا كان من مجال للتخمين، فيبدو لنا أن هذه الترجمة قد أنجزت في نهاية القرن التاسع أو بداية القرن العاشر (للميلاد). ومن جهتنا نعتقد أن ترجمة هذا الكتاب قد فُرضت عندما تطوّر البحث في الانكسار وفي علم المناظر، وأيضًا وفي الوقت نفسه، في علم انعكاس الضوء الخاص بالعدسات، كما تشهد على ذلك بالضبط، أعمال ابن سهل. فليس من قبيل الصدفة أن يكون الكتاب

---

66 انظر:

Lejeune, *L'Optique de Claude Ptolémée*, p. 29.

67 انظر:

"Le commentaire par al-Kindī de l'*Optique* d'Euclide: un traité jusqu'ici inconnu", *Arabic Sciences and Philosophy*, 7.1, 1997, p. 9-57.

68

R. Rashed, *Géométrie et dioptrique au Xᵉ siècle : Ibn Sahl - al-Qūhī et Ibn al-Haytham*, Paris, Les Belles Lettres, 1993.

نُقل هذا الكتاب إلى العربية تحت عنوان: *علم الهندسة والمناظر في القرن العاشر: ابن سهل، القوهي، ابن الهيثم*، سلسلة تاريخ العلوم عند العرب (٣)، بيروت، مركز دراسات الوحدة العربية، ١٩٩٦؛ الطبعة الثانية ٢٠٠٢.

الخامس لبطلميوس هو الذي استرعى انتباه هذا الأخير. لكن وطالما بقي تاريخ الترجمة مجهولاً بالنسبة إلينا، فإن كل تأكيد بدءاً بتأكيدنا، يبقى تخميناً. ومهما يكن من أمر، يبقى من المؤكد أن تطور علم المناظر العربي مع ابن سهل، وخصوصًا مع ابن الهيثم (المتوفّى بعد العام ١٠٤٠ م)، قد اختصر أهمية هذه الترجمات إلى جانبها التاريخي، ولم يتمكّن غالبًا من أن يجنّبها ضياع نصوصها.

رأينا مع علم المناظر الهندسي كمثَل كيف تترابط مراحل حركة الترجمة. وبالرغم من سهولة رصد هذه المراحل، نراها تتكاثر وتتداخل. ولاحظنا كذلك نوعًا من الترجمات هي، إن صحّ القول، ترجمات مرتبطة مباشرة بالبحث وتتبع تطوره. فقد تُرجم أنثميوس وأقليدس «بالتزامن» مع أبحاث الكندي وقسطا بن لوقا وغيرهم. بدوره حثّ تطوّر هذه الأبحاث والدراسات على إعادة ترجمة هذه الكتابات. أما فيما يخص ترجمة مؤلف بطلميوس فكل شيء يدل على أن هذه الترجمة كان عليها أن تنتظر حتى البدء بدراسة انكسار الضوء مع ابن سهل.

٢- الترجمة الاستقرائية: حالة ديوفنطس

نلتفت الآن إلى نمط آخر من الترجمة لا يتطابق مع النمط السابق من حيث إن هذه الترجمة لم تتلازم مع البحث. إنها تأتي من أجل إغناء بحث كان قد بدأ ونشط وازدهر قبلها. تبدو الترجمة هذه المرة كأنها استعادة بكفاءة وتمكّن لنص قديم يُعاد تنشيطه وبطريقة ما، يُعاد تحميله معنى ليس هو معناه في الأساس. في هذه الحالة لم يكن هناك طبعًا، لا مراجعة ولا ترجمة ثانية. مؤلفُ «علم الحساب» (أو الحساب)* لديوفنطس يعطينا مثالاً نموذجيًا عن هذا النمط من الترجمة.

---

* نعتمد هنا ترجمة العنوان الفرنسي (*Les Arithmétiques*)، لأن هذا المصطلح أقرب إلى المحتوى الرياضي لهذا المؤلّف وأقرب إلى العنوان الأصلي، اليوناني. ولو كنا نريد أن نكون أكثر التزامًا بالعنوان لالتزمنا بالترجمة العربية القديمة *المسائل العددية*؛ ولكننا سنتحاشى العنوان الذي أعطاه إياه قسطا بن لوقا عند ترجمته إلى العربية وهو «صناعة الجبر»، نظراً إلى الإشكالات العديدة التي تسبّب بها، كما يبين ر. راشد في هذه الفقرة (المترجم).

ألف ديوفنطس الإسكندري، وهو على الأرجح من القرن الثاني للميلاد (إنما لا شيء يؤكّد ذلك)، مجموعة حسابية من ثلاثة عشر كتاباً؛ تيمّناً ربما بنموذج *أصول* أقليدس. نيّة ديوفنطس في مؤلفه جلية، أعلنها في مقدّمة الكتاب الأول، وهي: بناء نظرية حسابية (ἀριθμητικὴ θεωρία). عناصر هذه النظرية هي الأعداد الصحيحة التي اعتُبِرت تعدّد وحدات μονάδων πλῆθος، والأجزاء الكسرية التي اعتُبِرت كسور مقادير. هذه العناصر المكوّنة للنظرية ليست حاضرة «بذاتها» فحسب، إنما أيضاً كأنواع للأعداد. إن التعبير اليوناني εἶδος المترجَم إلى العربية بـ «نوع» ولاحقاً إلى اللاتينية بـ *species* لا يُختَصر مطلقاً بمعنى «قوة المجهول». ففي مؤلف *علم الحساب* يشمل هذا المفهوم أيضاً وبدون تمييز العِدّة غير المحددة للعدد، وقوّة العدد بعدة غير محددة مؤقّتاً* . وهذا العدد الأخير** هو العدد «غير المَنطوق» (ἄλογος ἀριθμός).

ولكي نتمكّن من فهم أفضل لمفهوم «النوع» هذا، يجب أن نتذكّر أن ديوفنطس تحدّث عن ثلاثة أنواع: نوع «العدد الخطي»، ونوع «العدد السطحي» ونوع «العدد الجرمي». وهذا الأنواع تولّد كل الأنواع الأخرى التي عليها في النهاية أن تأخذ أسماءها من الأولى. فمربع المربع، ومربع مربع المربع، ومربع المكعب، هي مربعات***؛ ومكعب مكعب المكعب هو مكعب. وبتعبير آخر، لا يمكن للأنواع المولّدة أن تتولّد إلا بالتأليف****، وقوّة كل نوع هي بالضرورة مضاعفة لـ ٢ أو لـ ٣؛ ففي مؤلف *علم الحساب* لديوفنطس لا وجود لقوّة من الدرجة

---

* أي أنها تتحدّد بعد الحلّ (المترجم).

** أي قوة العدد، بمفهومنا (المترجم).

*** استخدم قسطا بن لوقا كلمة «مربع» وكلمة «مال» (مستعيرها من قاموس الخوارزمي) للدلالة على نفس المعنى، «ومال مال» للدلالة على مربع المربع؛ واستخدم كلمتي «مكعب» و«كعب» للدلالة على المعنى الواحد ذاته (المترجم).

**** composition أو «التركيب» الذي يحصل من الأنواع الأساسية الثلاثة: العدد الخط والمربع والمكعب (المترجم).

السابعة مثلاً، ولا حتى لقوة من الدرجة الخامسة في نصوص المسائل. وبكلمة مختصرة: مفهوم «كثيرة الحدود» (polynôme) غائب في هذا المؤلف. بناءً على ذلك، يتّضح تركيب مؤلّف ديوفنطس: إنه القيام بتوافيق لهذه الأنواع فيما بينها بواسطة عمليات من علم الحساب الأولي، باحترام بعض الشروط؛ وحل المسألة فيه، يعني أن نتابع العمل فيها، في كل حالة من الحالات، حتى يبقى نوع واحد من جهة ونوع واحد من الجهة الأخرى[69]. فمؤلف *علم الحساب* لديوفنطس ليس كتاباً في الجبر، خلافًا لما نقرأ غالبًا، إنما هو مؤلّف حقيقي في علم الحساب نجد فيه مسائل كالتي تبحث عن عددين مربعين يكون مجموعهما مربعًا مُعطى، على سبيل المثال.

بعد هذا الشرح الموجز لموضوع «حساب» ديوفنطس، هناك شرح ثانٍ يفرِض نفسه، يتناول مؤلفًا كُتِب في عهد الخليفة المأمون، أي بين عامي ٨١٣ و٨٣٣ للميلاد، هو «جبر» الخوارزمي. في *كتاب الجبر والمقابلة* حصل للمرة الأولى في التاريخ تصوُّر الجبر كعلم بحدّ ذاته. فبعد أن يُحدّد الخوارزمي المصطلحات الأولية والعمليات، يدرس المعادلات الجبرية من الدرجة الأولى ومن الدرجة الثانية، وثنائيات الحدود وثلاثيات الحدود المرافقة، ويدرس تطبيق العمليات الجبرية على الأعداد وعلى المقادير الهندسية، وعلى ثنائيات الحدود من الدرجة الأولى، ثم يُنهي كتابه بمسائل عديدة من الدرجة الأولى. طُرِحت هذه المسائل بتعابير الجبر وحُلّت بواسطة مفاهيمه. وقد تابع خلفاء الخوارزمي، وخصوصًا أبو كامل، البحث في الفصل المتعلق بالتحليل غير المحدد كجزء لا يتجزّأ من الجبر[70].

---

69 «... نوع واحد من هذه الأنواع ... يعادل نوعًا آخر ...»؛ انظر المجلد ٤، ص. ٢-٣.

70 انظر:

R. Rashed, "Analyse combinatoire, analyse numérique, analyse diophantienne et théorie des nombres", in Rashed (éd.), *Histoire des sciences arabes*, 3 vol., Paris, Le Seuil, 1997, vol. II, pp. 55-91.

وفي مجرى هذا البحث بالذات في التحليل غير المحدود، كفصل من الجبر، قام قسطا بن لوقا بترجمة سبعة كتب من «حساب» ديوفنطس. الكتب الثلاثة الأولى* تطابق الكتب الثلاثة الأولي من الصيغة اليونانية؛ الكتب الأربعة اللاحقة مفقودة الآن باليونانية؛ أما الكتب ٤ و٥ و ٦ من الصيغة اليونانية، فيبدو أنها لم تُتَرجَم إلى العربية.

يسمح هذان الشرحان التمهيديان بطرح مسألة ترجمة مؤلف «علم الحساب» بشكل أفضل. فنحن، من جهة، أمام علم غير هيلينستي، تشكّل قبل نصف قرن**؛ ومن جهة أخرى، نحن أمام مؤلّف - وهو «علم الحساب» - يعالج مسائل إذا ما قُرئت على ضوء هذا العلم الجديد (الجبر) أو تُرجِمت بتعابيره، تُصبح تابعة له. ولكن هذه القراءة لم تكن بمتناول أي مترجِم كان. فلقد أدرك قسطا بن لوقا، مترجم «علم الحساب»، فائدة كتاب ديوفنطس للبحث في هذا العلم الجديد***، وبشكل خاص، في الفصل المتعلّق بالتحليل غير المحدّد. إنه أول من أجرى قراءة جبرية - غير متقيّدة بالزمن - لـ «حساب» ديوفنطس. وبإمكاننا، بدون كثير عناء، أن نتصوّر تأثيرات هذه القراءة في البحث، وأيضًا في الترجمة.

وقبل القيام بتفحّص هذه التأثيرات، يُستحسن أن نتعرّف بإيجاز على هذا المترجم. قسطا بن لوقا يوناني، نصراني من بعلبك كان، بحسب النديم، يُجيد الترجمة ويتقن اليونانية والسريانية والعربية[71]. استُدعيَ، ودائمًا بحسب مؤلّفي كتب الطبقات القدامى، إلى العاصمة بغداد، ليُشارك في حركة ترجمة الإرث الإغريقي. وتواجد هناك حوالى الأعوام ٨٦٠ م. كان إذاً ينتمي إلى هذا الجيل من

---

* من الكتب التي نقلها ابن لوقا إلى العربية (المترجم).

** المقصود هو علم الجبر الذي بدأ مع الخوارزمي، قبل نصف قرن من ترجمة ابن لوقا لـ «علم الحساب» (المترجم).

*** أي الجبر (المترجم).

[71] النديم، *الفهرست*، ص. ٣٠٤.

المترجمين المتأخرين بعض الشيء، الذين كانوا إن بالوراثة أو بالتكوين، يملكون مصطلحات جاهزة ومصقولة في عدة ميادين (ومن بين هذه المصطلحات والمفردات يجب أن نلحظ تلك التي تعود إلى الجبر). وكان ابن لوقا ينتمي إلى هذه الفئة من المحترفين، فئة المترجمين-العلماء، المتمرّسين بمختلف المواد العلمية، الذين يمتلكون إذاً وسائل النفاذ إلى معنى الأعمال التي يترجمون. إن عناوين الأعمال التي ترجمها قسطا التي وصلت إلينا تكشف عن طيف واسع من المهارات. فمن بين هذه الأعمال نجد كتبًا في علوم *الفلك البسيطة*: كتاب *الطلوع والغروب* لأوطوليقوس (Autolycos) والكتب الثلاثة التالية لثيودوس: *في المساكن وفي الليل والنهار*، وكتاب *الأكر*، وكتاب جرم *الشمس والقمر* لـ أرسطرخس (Aristarque). نجد كذلك كتاب في *رفع الأشياء الثقيلة* (*Le Baroulchos*) أو أيضًا كتاب *رفع الأثقال*) لهيرون الإسكندري *والكرة والأسطوانة* لأرشميدس، وشرح الإسكندر لـ *الكون والفساد*، وجزءاً من شرحه لـ *طبيعيات* أرسطو. إلى ذلك يجب أن نضيف الكتاب الرابع عشر لإيبسيقليس (Hypsiclès) والكتاب الخامس عشر، اللذين أضيفا إلى *أصول* أقليدس. ينتمي الأساسي من الكتب التي ترجمها قسطا إذاً إلى ميداني الرياضيات والفلسفة الميدانين اللذين ألّف فيهما كتاباته الخاصة.

تصدّى قسطا بن لوقا إذاً وبكل الكفاءات المُتوقَّعة من المترجم-العالِم، لمؤلّف «علم الحساب» في حوالى السبعينيات من القرن التاسع. تتّسِم ترجمته بطابع جبري صارخ. كل شيء كان يجري بالنسبة إلى هذا المترجم-العالِم كما لو كان ديوفنطس خليفة للخوارزمي ويتكلّم بلغة هذا الأخير. فقد استقى قسطا بن لوقا من معجم الخوارزمي لينقل إلى العربية الكائنات الرياضية لكتاب «علم الحساب» والعمليات المطبّقة في الكتاب على هذه الكائنات. يعكس هذا الخيار المعجمي الانحيازَ التأويلي لابن لوقا: كان «علم الحساب» بالنسبة إليه عملاً في

الجبر. هذا الانحياز سيُعمِّر طويلاً، فسنراه مجدّداً عند Thomas Heath[72]، وحتى في يومنا هذا أيضًا.

ينكشف خيار ابن لوقا منذ ترجمته لعنوان مؤلف «علم الحساب». فبدل نقل هذا العنوان بعبارة «مسائل حسابية» (προϐλήματα ἀρίθμητικά) (التي نُقلت في آخر بعض الكتب بعبارة «المسائل العددية»)، يختار قسطا بن لوقا عبارة «في صناعة الجبر». وقد نقل التعابير الأولية أيضًا بتعابير يستخدمها الجبريون، رغم الفرق بالمعنى، الذي لا يُمكن تجاوزه. فنأخذ عبارة ἄλογος ἀριθμός التي تُعبِّر عن المفهوم-الأساسي في نظرية ديوفنطس الحسابية، التي تدل على العدد غير المحدّد مؤقتًا والذي سيُصبح بالضرورة محدّداً في نهاية الحل؛ هذه العبارة نقلها ابن لوقا بكلمة «شيء» (*res, cosa*)، أي «المجهول» بتعبير الجبريين (نشير إلى أن هذا المفهوم أحرج المترجمين المعاصرين مثل Ver Eecke الذي ترجمه بكلمة arithme). كما أن ابن لوقا نَقَلَ القوى المتتالية لهذا الكائن: δύναμις, κύβος، إلخ، بتعابير الجبريين «المال» (المربع) و«الكعب» (المكعب)، إلخ. أكثر من ذلك، نقل ابن لوقا تعبير πλευρά إلى العربية بكلمة «جذر» (جذر المربع)، متمايزاً كما نرى من استخدامات ديوفنطس.

والعمليات* أيضًا تجبرنت** في الترجمة العربية. فعندما صاغ ديوفنطس العملية الأولى: προσθεῖναι τὰ λείποντα εἴδη ἐν ἀμφοτέροις τοῖς μέρεσιν، وهي «إضافة الأنواع التي طُرِحت من الجهة ومن الأخرى من الطرفين»، نقلها ابن لوقا بكلمة واحدة معبّرة: الجبر، وهي الكلمة نفسها التي اشتُقّ منها اسم

---

[72] انظر:

Th. Heath, *Diophantus of Alexandria: A Study in the History of Greek Algebra*, Cambridge, 1885.

* أي العمليات الرياضية الحسابية المستخدمة في مؤلف ديوفنطس (المترجم).

** أي أصبحت جبرية (المترجم).

هذا العِلم. وكـذلك عندمـا يكتب ديوفنطس: ἀφελεῖν τὰ ὅμοια ἀπὸ τῶν ὁμοίων، «طرح الشبيه من الشبيه»، ينقل ابن لوقا هذه الصيغة بكلمة واحدة، هي كلمة «المقابلة» التي يدلّ بها علماء الجبر إلى هذه العملية. وبمتابعتنا تفحّص ترجمة ابن لوقا؛ نخلص إلى أن خيار الجبرنة (أي التحوّل إلى الجبر) كان خياراً واعياً ومنهجياً لديه.

إلا أن هذا الاختيار لم يكن بإمكانه تغطية كل مفردات ديوفنطس. فكان لا بدّ لابن لوقا من أن يستنبط تعابير جديدة وعبارات جديدة على الأقل من أجل نقل التعابير الخاصة التي كان ديوفنطس يدل بها على بعض طرائق الحل. فلقد صاغ مفرداته الخاصة كما نرى عند ترجمته لـ ἡ διπλῆ ἰσότης ، وهو مفهوم غالٍ على ديوفنطس. فقد نقل ذلك التعبير بعبارة «المساواة المُثناة»، ملاقياً في هذه العبارة المعنى الذي قصده الرياضي اليوناني. وأخيراً لكي ينقل العبارات ذات الأصل الفلسفي التي استخدمها ديوفنطس، مثل γένος, εἶδος, οἰκεῖον, φύσις, μέθοδος، استعار ابن لوقا من الفلسفة التعابير المناسبة المعتمدة في هذا العلم، وهو الضليع في ذلك إذ كان قد ترجم عدداً من الرسائل الفلسفية.

تُرجِم مؤلّف «الحساب» لديوفنطس إذاً على ضوء «جبر» الخوارزمي. تتميّز هذه الترجمة بشكل واضح من ترجمة الكتابات حول المرايا المحرقة وعلم المناظر؛ وتتميّز أيضًا من ترجمة *أصول* أقليدس وترجمة *المجسطي* لبطلميوس. يبقى السؤال حول أسباب هذه الترجمة، والدواعي التي دفعت المترجم إلى خياره. فعند معرفة هذه الأسباب، قد نستطيع أن نفهم بشكل أفضل انتقال هذا الجزء من الإرث الإغريقي.

للإجابة عن هذا السؤال، يُستحسن أن نتفحص مصير هذه الترجمة؛ فقد بدأت الأبحاث الأولى بالعربية في التحليل غير المحدود (الذي ندعوه اليوم بالتحليل الديوفنطسي)، بعد الخوارزمي مباشرة. وقد سبق وأشرنا إلى أن الخوارزمي تطرق في الجزء الأخير من كتابه في الجبر، إلى بعض المسائل غير المحددة. ولكن لا يوجد ما يدل على أنه اهتم بالمعادلات غير المحددة لذاتها؛ وعلى كل حال فإن التحليل غير

المحدد لا يظهر عنده كموضوع «بذاته». ولقد احتل هذا التحليل مكاناً بارزاً، لاحقًا في الكتاب الذي ألّفه أبو كامل حوالى العام ٨٧٠ م. إن مستوى هذا الكتاب[73]، وذكره لرياضيين عملوا في هذا المجال منذ الخوارزمي (ما زالت كتاباتهم مفقودة إلى اليوم) ورجوعه إلى مصطلحاتهم الخاصة، هي أمور لا تدع مجالاً للشك في أن أبا كامل لم يكن الأول ولا الوحيد من خلفاء الخوارزمي، الذين نشطوا في مجال المعادلات غير المحدودة. فالوسط الذي من شأنه الاهتمام بمؤلّف «علم الحساب» لديوفنطس، تشكّل إذاً على امتداد نصف قرن. ومن جهة أخرى فإن هذا المؤلف المقروء على ضوء علم الجبر الجديد - وهذه بالتحديد هي قراءة ابن لوقا - وجد مكانه على الفور ضمن الأعمال التي كانت جارية في ذلك الوقت في التحليل غير المحدد. بل إن هذه القراءة الجبرية ذهبت إلى أبعد من ذلك إذ إنها مدّت هذا الفصل* بدفع حقيقي يُطوره؛ وقد أطلق على هذا الفصل لاحقًا اسم خاص هو: «في الاستقراء». لذا نرى أيضًا أن تأثير «حساب» ديوفنطس في علماء الجبر العرب لم يكن من باب التجديد بقدر ما كان من باب التوسّع**.

٣- الترجمة الموجّهة بالبحث: المشروع «أبلونيوس»

قمنا حتى الآن بتفحص نوعين من الترجمة: الترجمة المرافقة للبحث وفي حقل البحث ذاته، والترجمة التي لحقت بالبحث على مسافة زمنية ما، وانتهت إلى دمج المؤلف المترجم في تقليد مختلف عن مجاله الأساسي. ولقد رأينا ثلاثة أساليب في الترجمة: ترجمة المترجم الهاوي، إن صح القول، وترجمة المحترف، وترجمة المترجِم العالِم؛ والأسلوب الأخير أخذ يسود أكثر فأكثر مع تقدّم القرن. إلا أن هذين النوعين وهذه الأساليب ليست الوحيدة؛ فهناك الترجمة التي لم يكن دافعها

---

[73] انظر:

R. Rashed, "Analyse combinatoire, analyse numérique, analyse diophantienne et théorie des nombres".

* المقصود فصل التحليل غير المحدّد، من فصول علم الجبر (المترجم). ** في المعرفة والبحث (المترجم).

نشاط واحد في البحث إنما مجموعة من النشاطات البحثية المتنوعة، وبعضها لا ينتمي تماماً إلى مجال المؤلّف المترجم. في هذه الحالة، كان المؤلّف يُترجَم لمتابعة البحث في العلم الذي ينتمي إليه هذا المؤلّف، وأيضًا البحث في علوم أخرى سبق وتشكلّت أو هي قيد التشكل. وسنجد نموذجًا مثاليًا لهذه المسيرة في ترجمة *مخروطات* أبلونيوس.

نُذكّر بأن دراسة القطوع المخروطية تُمثّل الجزء المتقدّم من البحث الهندسي اليوناني. واعتُبِرت *مخروطات* أبلونيوس المؤلّف الرياضي الأصعب، الموروث من الحضارات القديمة. هذا المؤلّف يضمّ مجموع المعارف التي أنتجها علم الهندسة حول المنحنيات المخروطية، منذ أقليدس وأريستي القديم، وغيرهما، التي أغناها أبلونيوس بإسهامه العظيم، وتحديداً في الكتب الثلاثة الأخيرة منه. وقد ظل هذا المؤلّف الأكمل في موضوع المنحنيات المخروطية حتى القرن الثامن عشر على الأقل. تشكّل هذا المؤلف في الأصل من ثمانية كتب، لم يبق منها سوى سبعة. فلقد فُقِد الكتاب الثامن باكراً، وربما قبل پاپوس[74]، في القرن الرابع. بقيت إلى عصرنا الكتب السبعة الأولى كلّها في الترجمة العربية. أما النص اليوناني الذي بقي فهو الذي حقّقه أطوقيوس في القرن السادس للميلاد، ولا يشتمل سوى على الكتب الأربعة الأولى.

لنذكّر من جهة أخرى أن رياضيي بداية النصف الثاني من القرن التاسع عالجوا مسائل تقتضي تدخّل القطوع المخروطية؛ فقد واجهتهم المسائل التي يطرحها علمُ الفلك وعلم المناظر (المرايا المكافئة، الإهليلجية، المخروطية)، وتحديد مساحات وحجوم السطوح والمجسمات المنحنية، إلخ. يكفي للاقتناع بذلك أن نقرأ لائحة أعمال الكندي والمروروذي والفرغاني وبني موسى. فقد لجأ الفرغاني إلى القطوع المخروطية لإعطاء أول عرض برهاني لنظرية الإسقاطات المخروطية، الضرورية لنظرية الأسطرلاب. وفي ذلك العصر ظهر اتجاه في البحث أكثر أهمية

---

[74] انظر:

R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IXe au XIe siècle*, vol. III, chap. I.

واستمرّ يتثبت طيلة القرن: فانطلاقًا من بني موسى بدأ الاهتمام «في آن واحد» بهندسة المخروطات وبقياس المساحات والحجوم المنحنية. فلقد كتب الحسن، وهو الأخ الأصغر من الإخوة الثلاثة بني موسى مؤلّفًا ذا أهمية عظيمة في تولّد القطوع الإهليلجية وقياس مساحاتها[75]. في هذا السياق تصوّر الحسن نظرية في الإهليلج* وفي القطوع الإهليلجية سالكًا طريقًا مختلفًا عن طريق أبلونيوس (هي طريق البؤرتين)؛ فلقد واجه خصائص القطع الناقص باعتباره قطعًا للأسطوانة بسطح مستوٍ، وعالج مختلف أنواع القطوع الإهليلجية. ألّف الحسن كتابه وفق شهادة أخويه بالذات، بدون معرفة حقة بـ *مخروطات* أبلونيوس. كان بتصرّفه فقط نسخة من هذا المؤلّف، تشوبها الأخطاء، ولم يكن بوسعه لا تلزيم ترجمتها ولا فهمها. إن الطريق التي سلكها، هي على كل حال، خير شاهد على ذلك، إذا كان ثمّة حاجة لتأكيده.

أسباب الاهتمام الذي حظيت به *المخروطات* واضحة إذن؛ فإضافة إلى الرغبة في رؤية هذا العمل مترجَمًا، التي أبدتها جهات عديدة، أضحى من الملحّ أن يُدرَس هذا الفصل كفصل من الهندسة. لذا شرع بنو موسى في البحث عن نسخة من مؤلّف أبلونيوس يمكن ترجمتُها؛ فبعد وفاة الحسن، اكتشف أخوه أحمد في دمشق نسخة من تحقيق أطوقيوس للكتب الأربعة الأولى. وهذا الاكتشاف فتح الطريق أمام ترجمة الكتب السبعة. إلا أن هذا المشروع لم يكن في متناول المترجِم العادي. فتلك كانت مهمة فريق تشكل من أجلها، قبل أن يستعيد هذه المهمة ويأخذها على عاتقه، العالِمُ-المترجِم هذه المرة، ثابت بن قرة. فكان ثابت هو الذي ترجم الكتب الثلاثة الأخيرة الأصعب، التي هي على حدّ قول أبلونيوس الأكثر أصالة؛ ومن المحتمل جداً أن يكون ابن قرة، هو أيضًا قد شارك الأخوين – أحمد ومحمد – من بني موسى، وكانا ما زالا على قيد الحياة، في مراجعة ترجمة مجموع الكتب.

---

[75] المرجع نفسه، المجلد الأول.

* القطع الناقص (المترجم).

كانت ترجمة مخروطات أبلونيوس عمل فريق بلا شك، شارك فيه مترجمون آخرون، مثل هلال بن هلال الحمصي[76]. ولكن المشروع يبقى، كما لاحظنا، نتاج جهد علماء-مترجمين: ثابت بن قرة وبني موسى، أقلّه كمراجعين. ولا يجوز أن نخلط بين هذه الترجمة التي أشرف عليها علماء مبدعون من المنزلة الأرفع والترجمة العادية، ولا بينها وترجمة المترجمين-العلماء. هي بالتأكيد، كما هذه الأخيرة، تنقل إلى العربية مؤلفًا يونانيًا فُهِم كما يجب وتم التمكّن منه بالتمام؛ غير أنها من ناحية أخرى تكتَسِب قيمة استكشافية أكيدة: فترجمة العلماء-المترجمين هي وسيلة صحيحة للاكتشاف ولإعادة تنظيم المعرفة. إنها تلعب هذا الدور الجديد لأنها من بين كل الترجمات هي الأكثر ارتباطًا بالبحث. ومن أجل إيضاح هذه الوظيفة الجديدة نعود إلى ثابت بن قرة، ونبدأ بكتابه في *قطوع الأسطوانة وبسيطها*[77].

في هذا الكتاب يسترجع ثابت بشكل ما كتاب الحسن بن موسى الذي سبق ذكره، وبحوزته كتاب *المخروطات*، ومجمل الترجمة للكتب السبعة (الأولى) منه. هنا قدّمت له *مخروطات* أبلونيوس نموذجًا لإعداد نظرية جديدة في الأسطوانة وفي قطوعها المستوية؛ وقدّم له كتاب أستاذه وسائل سوف يطوّرها بنفسه، وهي الإسقاطات والتحويلات الهندسية. يَعتَبِر ثابت بن قرّة في الواقع (وهذه هي الخطوة الأولى في هذا الاتّجاه) المساحة الأسطوانية كمساحة مخروطية، والأسطوانة كمخروط أبعد رأسه إلى اللانهاية في جهة معطاة. يبدأ بتحديد المساحة الأسطوانية، ثم بتحديد الأسطوانة كما فعل أبلونيوس في *المخروطات* إذ حدّد أولاً المساحة المخروطية ومن ثم المخروط، واتّبع كذلك ترتيب أبلونيوس نفسه في التحديدات: المحور، المولّد، القاعدة، والأسطوانة القائمة، والمنحنية. يتأكّد أيضًا التشابه في المسيرة عندما نفحص القضايا الأولى من كتاب ثابت[78]. كان مؤلّف

---

[76] المرجع نفسه، المجلد الثالث.

[77] المرجع نفسه، المجلد الأول، ص. ٤٥٨-٦٧٣،

[78] المرجع نفسه، المجلد الأول.

مخروطات أبلونيوس نموذجًا اعتمده ثابت لإعداد نظريته الجديدة في الأسطوانة؛ وتلبية لحاجات هذه النظرية طوّر ثابت دراسة التحويلات الهندسية.

هكذا تكون الدعوة إلى ترجمة *المخروطات* من ضمن متطلّبات البحث الذي قام به الحسن بن موسى وتلميذه ثابت بن قرة. ولكن هذا البحث كما سبق وقلنا، لم يكن الوحيد الذي استدعى ذلك. فقد اهتمّ ثابت أيضًا، ومعاصروه، بالبناءات الهندسية بواسطة القطوع المخروطية: بناء المُوَسِّطين وتثليث الزاوية تحديداً. ولجأ علماء الفلك الرياضيون من جهتهم كالفرغاني مثلاً إلى القطوع المخروطية في دراسة الإسقاطات، بهدف تقديم نظرية صلبة في شكل الأسطرلاب.

وقد يجوز الاعتقاد أن المثل الذي قدّمته ترجمة *المخروطات* هو حالة خاصة نظراً إلى المستوى الهندسي الرفيع لثابت بن قرة. ولهذا المستوى أهميته، بدون شك؛ إلا أن الأساسي لا يكمن هنا. فثابت بن قرة نفسه ترجم كتابًا في علم *الحساب* الفيثاغوري-الحديث (هو بالتالي من مستوى أقل شأنًا: *المدخل إلى علم العدد* لنيقوماخوس الجرشي[79]. وهنا أيضًا تُشير كل الأدلة إلى أن هذه الترجمة تندرج في إطار بحث هذا العالِم-المترجم؛ فانطلاقًا من تأكيد لنيقوماخوس، وصفي إن صح التعبير، أعدّ ثابت بن قرة النظرية الأولى في الأعداد المتحابة، وصاغ مبرهنته الشهيرة[80]. وفي الواقع، كوّن ثابت هذه النظرية الجديدة، انطلاقًا من نيقوماخوس، ولكن أيضًا انطلاقًا من كتب علم الحساب التي يتضمنها *أصول* أقليدس. لكن ولكي يتمّ بحث كهذا كان لا بدّ من ثقافة علمية واسعة. هذه الثقافة

---

[79] نيقوماخوس الجاراسيني: المدخل *إلى علم العدد*، تحقيق و. كوتش (W. Kutsch)، بيروت، ١٩٥٨.

[80] انظر:

F. Woecpke, "Notice sur une théorie ajoutée par Thābit Ben Qorrah à l'arithmétique spéculative des grecs", *Journal Asiatique*, IV, 2, 1852) pp. 420-429. R. Rashed - Ch. Houzel, "Thābit ibn Qurra et la théorie des parallèles", *Arabic Sciences and Philosophy*, 15.1, 2005, p. 9-55.

التي كانت تزداد غنىً وتوسّعًا مع تكوّن المدينة العلمية ومؤسساتها. وكانت الترجمة إحدى وسائل هذا التكوّن.

هذا النشاط في ترجمة الإرث الإغريقي لم يكن يتقدّم اتّساعًا فحسب، إنما أيضًا ومرة أخرى بفضل البحث، كان يتقدّم إدراكًا. لذلك لم تتوقّف معايير الجودة في الترجمة عن التطور؛ وذلك يفسّر بالضبط الحركة، الكثيفة هي أيضًا، في إعادة الترجمة وفي مراجعة الأعمال المترجمة. وهذا يعني أن الإعادة والمراجعة أصبحتا علامتين مميزتين لحركة ترجمة الإرث الإغريقي إلى العربية؛ فقد كانت *أصول* أقليدس موضوعًا لثلاث ترجمات، وقد تمّت مراجعة الأخيرة منها. وينطبق الأمر نفسه على *المجسطي*، وعلى بعض كتابات أرشميدس، كما على بعض الكتابات في علم المناظر، إلخ. ويمكن القول إن مراجعة الترجمة انتهت إلى أن تصبح قاعدة، وذلك منذ أن راجع الكندي بعض ترجمات قسطا بن لوقا، وراجع ثابت بن قرة ترجمات إسحاق بن حنين.

٤- شهادات قديمة في جدلية الترجمة والبحث: حالة *المجسطي*

رأينا إذن أن ترجمة *المخروطات*، ورغم طابعها التقني ذي المستوى الرفيع، تعكس وضعًا يكاد يكون عامًا. تلك الترجمة قدّمت لنا مثلاً توضيحيًا ملموسًا على الأسباب التي دعت إلى القيام بالترجمة، وعلى تلك التي أدّت إلى إعادة البدء بها، وأخيراً على تلك التي دفعت إلى مراجعة الترجمة. ونصادف وضعًا مشابهًا في علوم الرياضيات الأخرى، وكذلك في الخيمياء أو الطب. ولكن، وبالطبع، مع بعض الاختلافات العائدة إلى طبيعة العلم نفسه وإلى مواضيعه، والعائدة كذلك إلى درجة اليقين المطلوبة منه. والوضع هو نفسه أيضًا في علم الفلك مثلاً، وسياق الترجمة هو نفسه فيما يخص ترجمة العمل الأهم في علم الفلك القديم وهو مؤلّف *المجسطي*. وبهذا الشأن لدينا شهادة ثمينة من العالِم المتبحّر من القرن الثاني عشر ابن الصلاح الذي يكتب:

« وكان قد حصل من كتاب *المجسطي* خمس نسخ مختلفة اللغات

والتراجم، منها نسخة سريانية قد نُقلت من اليونانية، ونسخة ثانية بنقل الحسن بن قريش للمأمون من اليونانية إلى العربية، ونسخة ثالثة بنقل الحجاج بن يوسف بن مطر وهليا بن سرجون للمأمون أيضًا من اليونانية إلى العربية، ونسخة رابعة بنقل إسحاق بن حنين لأبي الصقر بن بلبل من اليونانية إلى العربية، وهي دستور إسحاق وبخطه، ونسخة خامسة بإصلاح ثابت بن قرة لنقل إسحاق بن حنين[81].

نشهد إذاً وخلال نصف قرن من الزمن تقريباً، ثلاث ترجمات على الأقل لـ *المجسطي*، بالإضافة إلى مراجعة قام بها أحد ألمع علماء العصر في الرياضيات والفلك (ثابت بن قرة). خلال القرن التاسع للميلاد، نُقلت إلى العربية كل الكتابات اليونانية في علم الفلك، مع بعض الاستثناءات. وهناك حدث آخر له دلالته أيضًا، وهو أن عقدين من الزمن (هما فترة حكم المأمون) شهدا إنتاج ترجمتين لـ *المجسطي*. ولا يمكن أن نفهم هذا الحدث البارز خارج إطار البحث وقد قدّم حبش الحاسب عالِم الفلك اللامع في ذلك العصر، على غير عادته، صورة عمّا كان عليه الوضع في هذا المجال.

يبدأ حبش بوصف وضع البحث في علم الفلك قبل المأمون. يُذكّر بأن بعض علماء الفلك وضعوا «لذلك أصولاً وادّعوا في معرفة الشمس والقمر والنجوم علماً عظيمًا لم يأتوا عليه ببرهان واضح ولا قياس صحيح»[82]. ويلوذ حبش بالصمت فيما يخص هوية هؤلاء الفلكيين وأعمالهم. وبقي الوضع على ما هو عليه، بحسب حبش، حتى عهد المأمون حيث جرى التحقّق من مختلف الجداول الفلكية المنقولة سابقًا إلى العربية: الجدول الفلكي الهندي (زيج *السندهند*)، وجدول برهماجوبتا

---

[81] ر. مورلون، موسوعة *تاريخ العلوم العربية*، إشراف رشدي راشد، مجلد ١، ص. ٥٠-٥١ (انظر النص العربي صفحة ١٥٥ لتحقيق كونيتش):
R. Morelon, "L'astronomie arabe orientale entre le VIII^e et le XI^e siècle", in R. Rashed (éd.), *Histoire des sciences arabes*, 3 vol., Paris, Le Seuil, 1997, vol. I, p. 37 [Ibn al-Ṣalāḥ, *Zur Kritik der Koordinatenüberlieferung im Sternkatalog des Almagest*, éd. P. Kunitzsch, Göttingen, Vandenhoeck/Ruprecht, 1975, p. 155, 12-18].

[82] حبش الحاسب، *الزيج الدمشقي*، مخطوطة برلين ٥٧٥٠، الورقة ٧٠-ظ.

الفلكي (*الزيج الأركند*)، والجدول الفلكي الفارسي (*زيج الشاه*)، وزيج بطلميوس المعروف بـ «القانون اليوناني» أو «القانون المُيَسَّر»، وأزياج أخرى، كما جرت مقارنة أحدها بالآخر. أفضى هذا التحقّق من نتائج مختلف الجداول الفلكية إلى أن «كل واحد منها يوافق الصواب أحياناً ويبتعد عن منهج الحق أحياناً»[83]، بحسب تعبير حَبَش.

فمن قام بهذه الأبحاث الأولى؟ لا يجيبنا حَبَش عن هذا السؤال. ولكننا نعلم أن هذا النشاط بدأ قبل عهد المأمون، مع الفزاري، ويعقوب بن طارق؛ أما من عهد المأمون فلدينا أسماء كثيرة غيرهما. ومهما يكن من أمر، فإن المأمون، بعد هذا التحقّق، وعلى أثر هذه النتيجة السلبية، «أمر يحيى بن أبي منصور الحاسب بالرجوع إلى أصل كُتُب النجوم وجَمع علماء أهل هذه الصناعة وحكماء أهل زمانه ليتعاونوا على البحث على أصول هذا العلم، والقصد لتصحيحه، إذ كان بطلميوس القلوذي قد أقام الدليل على أن درك ما يحاول علمه من صناعة النجوم غير ممتنع»[84]، نفّذ يحيى بن أبي منصور الحاسب عالِم الرياضيات والفلك ما أمره به المأمون. فاختار هو وزملاؤه *المجسطي* ككتاب أساس، وعملوا في بغداد، على رصد حركة الشمس والقمر في أوقات مختلفة. بعد وفاة يحيى بن أبي منصور، كلّف المأمون، في دمشق، عالِم فلك آخر، هو خالد بن عبد الملك المرورّوذي، بالعمل على أول رصد متواصل عُرِف في التاريخ لحركة الشمس والقمر[85] (وكان ذلك على امتداد سنة كاملة).

خلال هذه المرحلة من البحث النشط في علم الفلك تمّت ترجمة *المجسطي* لبطلميوس مرتين. ويمكننا إعادة التحليل ذاته فيما يخص العلوم الأخرى المرتبطة بعلم الفلك، كالبحث في المزاول الشمسية وترجمة مؤلّف أنالما (*Analemma*) لديودور، أو في الهندسة الكروية وترجمة المؤلف الشهير لمانلاوس.

---

[83] المرجع نفسه، الورقة ٧٠-ظ.

[84] المرجع نفسه، الورقة ٧٠-ظ.

[85] المرجع نفسه، الورقة ٧٠-و.

هذا التحليل لا يفهمنا ظروف هذه الحركة في الترجمة وملابساتها فحسب، لكنه يُمكننا أيضاً من التنبؤ بخاتمتها، حيث إن البحث الجديد في ذلك العصر، تجاوز بنتائجه وبطرائقه العلم الموروث. إلا أن هذا الأمر لم يحدث في الوقت نفسه للعلوم كلها؛ ففيما يخص عدد لا يُستهان به منها، لم تكتمل حركة الترجمة إلا عند انعطاف ذلك القرن.

خلاصة للمستقبل...

لم تزل مسألة نقل الإرث الفلسفي اليوناني إلى العربية، مفتوحة بالكامل؛ وذلك رغم الأعمال الأساسية التي أنجِزت في هذا المجال[86]. تقع هذه الأعمال، مع بعض الاستثناءات، في أحد الأبواب التالية: فقه اللغة، والفقه اللغوي-الأثري، والتاريخ. يهتم البحث اللغوي بالمسائل الخاصة بالمفردات وبتركيب الكلام، التي أثارتها الترجمة العربية. وتسعى الدراسة اللغوية-الأثرية إلى التعرّف، في خلفية النص العربي، إلى كتابة يونانية حقيقية أو كامنة، انطلاقاً من المسلّمة التي تقول إن نشر الكلمة يعكس نشر المفهوم. أما البحث التاريخي فإنه يدرس وقع تأثير النص المترجَم في فلاسفة الإسلام الكلاسيكي. ولئن كان من الضروري البحث في مجالَي فقه اللغة والتاريخ، إلا أن الدراسات في الترجمة التي تنتمي إلى هذين الحقلين لا تعفي من الكشف عن رهانات الترجمة، وأسبابها ومن الكشف عن خيار المترجمين. هذا العمل سوف يتطلّب، على ما يبدو، الذهاب إلى أبعد من «فيلسوف العرب الأول»، الكندي، إلى ملاقاة الفقهاء-الفلاسفة («المتكلّمين») الذين سبقوه أو عاصروه. كان هؤلاء من طالبي المعرفة وبروح نقدية رفيعة في مجالات الميتافيزيقا والفيزياء وعلم الحياة والمنطق، وذلك من أجل تطوير خطابهم

---

[86] انظر ع. بدوي، *التراث اليوناني في الحضارة الإسلامية*، القاهرة، ١٩٤٦؛

M. Steinschneider, *Die arabischen Übersetzungen aus dem Griechischen,* Graz, 1889; 'A. Badawi, *La Transmission de la philosophie grecque au monde arabe*, Paris, J. Vrin, 1968; R. Walzer, "Arabische übersetzungen aus dem Griechischen", in *Miscellanea Medievalia,* 9, 1962, pp. 179-195.

الخاص المبني عمداً على العقل؛ تشهد على ذلك أمثلة أبي سهل بن نوبخت وأبي الهُذَيل والنظّام[87] وغيرهم. والكندي نفسه. وجد في كتابات التقليد الأرسطوطاليسي والأفلاطوني-الجديد هذه المادة التي لا تؤمّن له أساس الخطاب العقلي المقبول من الجميع فحسب، إنما أيضًا ذلك الخطاب المؤهّل لإقامة الحجج من النوع الرياضي[88]. ومن المحتمل أن يُقدّم هذا الوَسَطَ من الفقهاء-الفلاسفة المفتاح الذي سيتيح لنا فهم دوافع الخطوات الأولى لهذه الحركة الكثيفة من الترجمة الفلسفية، ودوافع الاختيار التفضيلي في هذا الإطار، للكتابات العائدة إلى التقليد الأرسطوطاليسي، من المدرسة الأفلاطونية المحدثة.

---

[87] م. أ. أبو ريدة، *إبراهيم بن سيّار النظّام وآراؤه الكلامية الفلسفية*، القاهرة، ١٩٤٦.

R. M. Frank, "The Science of Kalām", *Arabic Sciences and Philosophy*, 2.1, 1992, p. 7-37; J. van Ess, *Theologie und Gesellschaft im 2. und 3. Jahrhundert Hidschra. Eine Geschichte des religiösen Denkens im frühen Islam*, 6 vol., Berlin, W. de Gruyter, 1991-97.

[88] انظر:

R. Rashed, "Al-Kindī's commentary on Archimedes' *The Measurement of the Circle*", *Arabic Sciences and Philosophy*, vol. 3, 1993, pp. 7-53.



ثالثًا : ترجمة النصوص العلمية بين اللغات اليونانية والعربية واللاتينية

يُجمِع مؤرخو العلوم والفلسفة، رغم تعدد آرائهم ومواقفهم، على أهمية ظاهرة الترجمة من اليونانية إلى العربية منذ نهاية القرن الثامن الميلادي، وخاصة في العلوم الرياضية، أعني الهندسة والحساب والفلك والمناظر والحيل، الخ. ويجمعون أيضًا على أهمية نقل النصوص العربية العلمية والفلسفية إلى اللاتينية بداية من القرن الثاني عشر، وعلى أثرِ هذا النقل فيما اتفق على تسميته بنهضة القرن الثاني عشر الأوروبية. فجمهرة المؤرخين تعرف وتقرّ أنه لا يمكن فهم نشأة وتطور العلوم والفلسفة إذا أهمل دور الترجمة. ويظهر هذا بوضوح تام إذا أردنا التأريخ لهذا الفرع أو ذاك من العلم الكلاسيكي. وأعني بالعلم الكلاسيكي العلم الذي أُسس وازدهر بين القرن التاسع والنصف الأول من القرن السابع عشر، في المدينة الإسلامية أولاً ثم في مدن أوروبا الغربية، هذا العلم الذي كتب بالعربية ثم باللاتينية ثم باللغات الأوروبية وخاصة الإيطالية ثم الفرنسية. فلا يمكن بحال التأريخ لعلم المناظر مثلاً بدون الرجوع إلى مؤلفات أقليدس وبطلميوس وإلى ترجماتها العربية، وكذلك إلى مؤلفات الكندي وابن الهيثم وابن معاذ الأندلسي وترجماتها اللاتينية، ثم إلى ما كتبه Maurolico وSnell وديكارت، باللاتينية، والفرنسية. فمن يريد أن يعرف مثلاً على ما أتى به العلم العربي بدون معرفة بما كتب باليونانية وما ترجم إلى اللاتينية لن يذهب بعيداً. وهذا هو الحال للعلم اليوناني والعلم اللاتيني.

لقد سبق لي أن عالجتُ أهميةَ الترجمات لمؤرخ العلوم في مواضع أخرى[1] .
وأود اليوم الوقوف على جانب آخر من الترجمات لم ينل بعد ما يستحقه من دراسة وعناية، ألا وهو ضرورة الأخذ بالترجمات - مخطوطة كانت أو محققة - عند تحقيق نص الأصل تحقيقاً علمياً متأنياً، أعني تحقيقاً يُلزم صاحبه بالتأريخ الدقيق للنص. فالسؤال الذي أثيره هنا هو إذن: هل على محقق النص اليوناني أن يأخذ عند تحقيقه إياه بالترجمة العربية إن وجدت، وهل على محقق النص العربي أن يرجع للنص اللاتيني المترجم؟ أم ليس هناك ضرورة لذلك، ومن ثم يمكنه الاستغناء عن الترجمة؟ من البيّن أن هذا السؤال، الذي غاب عن أذهان الكثير من المحققين والمؤرخين يتعلق بمنهج التحقيق وبمنهج التأريخ أيضاً. وأود قبل أن أحاولَ الإجابة، وذلك بدراسة بعض الأمثلة، أن أذكر بخاصية هامة للترجمات العربية للعلوم، وهي علاقة الترجمة بالبحث العلمي.

لم تبدأ الترجمة من اليونانية إلى العربية على نحو مهني ومكثف قبل بداية القرن التاسع الميلادي، وأعني «بمهني» تملك المترجمين ناصية أحد العلوم أو أكثر، من ناحية، وناصيةَ اللغتين، اليونانية والعربية من ناحية أخرى (بل والسريانية أيضاً). فالنَّقَلَة مثل حنين بن إسحاق كانوا مترجمين علماء، والترجمة كانت مؤسسة ومهنة، وباختصار شديد يمكن القول إن ترجمة هؤلاء «المترجمين-العلماء» تتسم بخاصتين مترابطتين: جرت الترجمة على نطاق واسع ولم تقتصر على مؤلفات ذات هدف تطبيقي. وقد حدث مراراً إعادة الترجمة للاستجابة إلى تجدد معايير النقل. ولعل سيرة حنين بن إسحاق تمثل النمط المثالي لمترجم هذه الفترة وتُظهرُ السمات المثالية لهذه المهنة الجديدة. فهو عربي نسطوري، وُلد في الحيرة سنة ٨٠٨، رحل إلى البصرة لإتقان العربية، فقد كان يعلم أن لغة الترجمة ليست لغة

---

[1] R. Rashed, «Problems of the Transmission of Greek Scientific Thought into Arabic: examples from Mathematics and Optics», *History of Science*, XXVII, 1989, p. 199-209; «Greek into Arabic: Transmission and Translation», dans James E. Montgomery (éd.), *Arabic Theology, Arabic Philosophy. From the Many to the One : Essays in Celebration of Richard M. Frank*, Orientalia Lovaniensia Analecta 152, Leuven - Paris, Peeters, 2006, p. 157-196.

الحياة اليومية، ثم انتقل إلى بغداد لدراسة الطب مع يوحنا بن ماسويه، ثم إلى إحدى مراكز اليونانية لإتقان اللغة. هناك إذن ثلاث مراحل، بل ثلاث ضرورات لتكوين المترجم من الطراز الجديد. ظهر بعد «المترجمين العلماء» نَقَلة من طراز آخر يمكن تسميتهم بـ«العلماء المترجمين»، وذلك مثل ثابت بن قرة، فهو من كبار الرياضيين. وبين هاتين الفئتين ظهرت فئة وسيطة، أفرادها من المترجمين البارزين ذوي التكوين العلمي الواسع مثل إسحاق بن حنين وقسطا بن لوقا. قام المترجمون منذ أوائل القرن التاسع بنقل أمهات الكتب بدون انقطاع وبكثرة، ولم تعد الترجمة كما كانت في القرن الثامن عمل طبيب سرياني على دراية باليونانية يختار من الكتب ما يظن أنه مفيد للتعلم والتعليم، ولكنها أصبحت مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالبحث العلمي الخلاّق. وبعبارة أخرى لم يكن نقل الكتب من اليونانية إلى العربية عملاً مدرسياً، ولم يكن اختيار الكتب المراد ترجمتها وليد الصدفة ولا ابن الحظ. فالبحث العلمي والفلسفي كان الضوء الهادي عند اختيار الكتب اليونانية للنقل. فعلى سبيل المثال أدى البحث العلمي النشط في ميدان المرايا المحرقة والانعكاس إلى ترجمة أهم ما ألف باليونانية في هذا الميدان، وهي مؤلفات ديوقليس وأنثميوس الترالي وديديموس ودترومس التي فقدت في اليونانية ولم يبق إلا ترجماتها العربية[2]. أما عن نتائج البحث الجديد فيظهر جلياً في كتاب «الشعاعات الشمسية» للكندي[3]، وكتاب «في علل ما يعرض في المرايا من

---

[2] انظر تحقيق وترجمة وشرح هذه النصوص في:

R. Rashed, *Les Catoptriciens grecs*. I: *Les miroirs ardents*, édition, traduction et commentaire, Collection des Universités de France, publiée sous le patronage de l'Association Guillaume Budé, Paris, Les Belles Lettres, 2000.

[3] انظر تحقيق وترجمة وشرح هذا الكتاب في:

R. Rashed, *Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī*. Vol. I: *L'Optique et la Catoptrique d'al-Kindī*, Leiden, E.J. Brill, 1997, chap. III.

ترجمة عربية: *علم المناظر وعلم انعكاس الضوء*، سلسلة تاريخ العلوم عند العرب، بيروت، مركز دراسات الوحدة العربية، ٢٠٠٣.

اختلاف المناظر» لقسطا بن لوقا[4]، وفي رسائل أخرى. وأدى هذا البحث الجديد، بما أتى به من نتائج لم تكن معروفة من قبل والتي كانت أرقى بكثير مما كانت تتضمنه الرسائل المترجمة، إلى إهمال هذه الرسائل التي لم يعد لها إلا دور تاريخي. ونجد ما تم في علم المرايا المحرقة في جميع ميادين العلوم الرياضية. والرأي السائد والقائل بأن هناك ثلاث مراحل لتطور المعرفة العلمية في الإسلام، الأولى هي مرحلة النقل، والثانية مرحلة التمثل، والثالثة هي مرحلة البحث الخلّاق، هو ظن خاطئ. فمن البداية ارتبطت الترجمة بالبحث الخلّاق.

لن أطيل أكثر من ذلك حول علاقة الترجمة بالبحث العلمي حينئذٍ، وإن أشرت إليها هنا فهو للتأكيد على التالي: لا يمكن لمؤرخ العلوم - وخاصة العلوم الرياضية - البحث في تاريخ النص، أو ما أسميه التراث النصي - بدون المعرفة المتعمقة بالتراث المفهومي، أعني بالنظريات والممارسات العلمية ذاتها، والعكس أيضًا صحيح: لا بد لمن يريد أن يؤرخ لعلم ما أن يبدأ بالتأريخ للنصوص حتى يتأكد من وقوفه على أرض صلبة.

أعود الآن إلى ما أردت الخوض فيه، وهو السؤال عن دور مخطوطات الترجمات عند تحقيق نص الأصل في لغته التي كتب بها.

وللإجابة عن هذا السؤال، علينا أولاً أن نفرق بين أصناف مخطوطات الترجمات من اليونانية، وأهم هذه الأصناف هي

١- الترجمة الكاملة لكتاب يوناني وصل إلينا كاملاً، ونذكر على سبيل المثال: كتاب *الأصول* لأقليدس، الذي نقل إلى العربية أكثر من مرة، ولقد وصل إلينا عدة مخطوطات لهذه الترجمات، كما وصل النص اليوناني كاملاً. هذا أيضًا هو حال كتاب *المجسطي* لبطلميوس وكتاب *المناظر* لأقليدس، وبعض رسائل أرشميدس.

---

[4] انظر تحقيق وترجمة وشرح هذا الكتاب في:

R. Rashed, *Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī*. Vol. I: *L'Optique et la Catoptrique d'al-Kindī*, App. II.

٢- الترجمة الكاملة لنص يوناني لم يصل إلينا كاملاً في لغته الأصلية، مثال ذلك كتاب *المخروطات* لأبلونيوس[5]، كتاب *الاقتصاص* لبطلميوس[6]، كتاب *المفارقات الميكانيكية* لأنثميوس الترالي[7].

٣- الترجمة لكتاب يوناني فقد في لغته الأصلية، مثال ذلك: *المرايا المحرقة* لديوقليس، *المرايا المحرقة وجوامع المخروطات* لدتروموس[8]، *الأشكال الكرية* لمنالاوس، *في قطع الخطوط على النسب* لأبلونيوس[9].

٤- ترجمة لمقالات - أجزاء - من كتاب لم يصل كاملاً في اليونانية ولا في النقل العربي، مثال ذلك: المسائل العددية لديوفنطس الإسكندراني[10].

هذه هي أهم الأصناف التي يواجهها محقق النصوص اليونانية.

أما أصناف الترجمات اللاتينية من العربية فأهمها:

١- ترجمة كاملة لكتاب فقد أصله العربي، مثال ذلك: *اختلاف المناظر* للكندي[11] والذي ترجم بعنوان De causis diversitatum، ولابن معاذ الجيّاني الأندلسي الذي ترجم بعنوان Liber de crepusculis.

---

[5] انظر تحقيق وترجمة وشرح هذا الكتاب في:
R. Rashed, *Apollonius, Les Coniques*, Berlin, De Gruyter, 2008-2010.

[6] Régis Morelon, «La version arabe du *Livre des Hypothèses* de Ptolémée, première partie», *MIDEO*, 21, 1993, p. 7-85.

[7] R. Rashed, *Les Catoptriciens grecs*. I: *Les miroirs ardents*.

[8] R. Rashed, *Les Catoptriciens grecs*. I: *Les miroirs ardents*, partie II.

[9] R. Rashed et H. Bellosta, *Apollonius: La section des droites selon des rapports*, Berlin, De Gruyter, 2010.

[10] R. Rashed, *Diophante: Les Arithmétiques*, «Collection des Universités de France», 2 vol., Paris, Les Belles Lettres, 1984.

[11] R. Rashed, *Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī*. Vol. I : *L'Optique et la Catoptrique d'al-Kindī*.

٢- ترجمة ناقصة لمؤلفات فقد أصلها العربي، مثال ذلك: *في معرفة مساحة الأشكال البسيطة والكرية* لبني موسى[12]، الذي ترجم بعنوان Verba filiorum Moysi filii Sekir.

ونقل إلى اللاتينية مرتين.

٣- ترجمة ناقصة لنص عربي وصل إلينا كاملاً، مثال ذلك: *كتاب الجبر والمقابلة* لمحمد بن موسى الخوارزمي الذي نقل بعنوان Liber Maumeti filii Moysi Alchoarismi de algebra et almuchabala.

سأعرض أولاً لأصناف المخطوطات المترجمة من اليونانية وما يمكن أن تسديه الترجمة العربية عند تحقيق النص اليوناني. والسؤال هنا لا يخص إلا صنفين فقط، وهما الترجمة لنص يوناني في حوزتنا، والترجمة الكاملة لنص يوناني لم يصل إلينا كاملاً. فمن الواضح أن الأصناف الأخرى لا تخص محقق النصوص اليونانية، بل محقق النصوص العربية. فالترجمة لنص يوناني لم يبق إلا ترجمتُه العربية، أو الترجمة لجزء هام نقل إلى العربية من كتاب لم يصل كاملاً باليونانية، لا تخص محقق النصوص اليونانية ولكنها تملي على محقق النصوص العربية شروطًا وقيوداً لن أقف عليها هنا.

فلنبدأ بالصنف الأول، وهو ترجمة كاملة لنص يوناني وصل إلينا كاملاً في لغته الأم. قد يتبادر لذهن البعض السؤال عن أهمية وفائدة الترجمة العربية في هذه الحال، أي عند وجود النص اليوناني. وسأبين على مثال، وهو كتاب *المناظر* لأقليدس أنه لا يمكن الاستغناء عن مخطوطات الترجمة العربية عند التحقيق العلمي للنص. حفظت المكتبات لكتاب *المناظر* لأقليدس نسختين، إحداهما يقال عنها

---

[12] انظر تحقيق وترجمة وشرح هذا الكتاب في:

R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IX^{e} au XI^{e} siècle.* Vol. I: *Fondateurs et commentateurs: Banū Mūsā, Thābit ibn Qurra, Ibn Sinān, al-Khāzin, al-Qūhī, Ibn al-Samḥ, Ibn Hūd,* London, al-Furqān Islamic Heritage Foundation, 1996, chap. I.

النص الطويل والأخرى النص القصير. قام بتحقيق هذا الكتاب في أواخر القرن التاسع عشر العالم الجليل هيبرج[13]. اعتبر هيبرج النص الطويل هو النص الأصلي، واعتبر النص القصير تحريراً للنص الأول، ربما قام به ثيون الإسكندراني من القرن الرابع بعد الميلاد. واعترض بعض المؤرخين[14] حديثًا على هيبرج واعتبروا أن النص الأصل هو القصير وأن النص الطويل ما هو إلا تفسير له. وظل الأمر هكذا ولم يحسم، بل لا يمكن حسمه إذا اعتمدنا على النصين اليونانين فقط.

فلنأت الآن على الترجمات العربية. يذكر اليعقوبي في تاريخه أن كتاب أقليدس هذا قد نقله إلى العربية ابن سرجون تحت عنوان «كتاب المناظر واختلافها من مخارج العيون والشعاع». لم تكن هذه هي الترجمة الوحيدة، فلقد بيّنتُ عند عثوري على كتاب الكندي المفقود وعند تحقيقي له، وهو كتاب «تقويم الخطأ والمشكلات التي لأقليدس في كتابه الموسوم بالمناظر» أنه اعتمد على ترجمة أخرى غير تلك التي قام بها ابن سرجون. وترجمة ابن سرجون هذه حفظت في ثلاثة مخطوطات أحدهما في دار الكتب والآخر في طوب كابي باسطنبول والثالث في ليدن. أضف إلى هذه المخطوطات تحرير نصير الدين الطوسي لهذا الكتاب وتحرير ابن أبي جرادة له.

بينت دراسة الترجمة العربية التي حفظت في المخطوطات الثلاثة أنها هي الترجمة التي أشار إليها اليعقوبي، ومن ثم فهذه الترجمة تمت قبل سنة ٨٩٣ أي سنة كتابة اليعقوبي لتاريخه terminus ante quem.

بيّنت الدراسة المتأنية لمخطوطات هذه الترجمة وكذلك لكتاب الكندي أن الترجمة التي اعتمد عليها هذا الأخير تختلف عن الترجمة المنسوبة إلى ابن

[13] *Euclidis Opera Omnia*, vol. VII: *Euclidis optica, opticorum recensio Theonis, catoptrica, cum scholiis antiquis*, ed. J.L. Heiberg, Leipzig, 1945.

[14] W.R. Knorr, «Pseudo-Euclidean Reflections in Ancient Optics: A Re-Examination of Textual Issues Pertaining to the Euclidean Optica and Catoptrica», *Physis*, vol. XXXI, fasc. 1 (1994), p. 1-45

سرجون، فعدد النظريات مختلف والعبارات المستشهد بها أيضًا مختلفة. لن أدخل هنا في تفاصيل البرهان، ولكن سأذكر مثالاً واحداً، وليكن القضية الأولى من الكتاب، يقول ابن سرجون:

«فليس شيء من المبصرات يبصر جميعًا معًا، وقد يتوهم يبصر جميعًا ⟨معًا⟩ لسرعة لمح البصر».

أما مترجم النسخة التي كانت في حوزة الكندي وقسطا بن لوقا، فيقول:

«إنه ليس شيء من المبصرات يبصر جميعًا معًا، وإن البصر ينتقل من شيء إلى شيء، فيظن لسرعة انتقاله أنه يرى ⟨جميعًا⟩ معًا.»

والعبارتان هما لنفس الجملة اليونانية.

أدى البحث إلى النتائج التالية:

الترجمة التي اعتمد عليها الكندي في كتابه «في تقويم الخطأ» وقسطا بن لوقا في كتابه الموسوم بـ«علل ما يعرض في المرايا من اختلاف المناظر»، هي نقل قديم. وهذا النقل قريب من النص اليوناني الطويل، ومن ثم من ترجمة ابن سرجون فيما بعد.

على الرغم من قربها من النص الطويل إلا أنها تقترب أحيانًا من النص القصير عندما يختلف النصان.

ويلخص الجدول التالي[15] علاقة النسخ المختلفة اعتماداً على عدد القضايا:

---

[15] R. Rashed, *Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī.* Vol. I : *L'Optique et la Catoptrique d'al-Kindī*, p. 11-13.

G_1 : النص اليوناني الطويل، G_2: النص اليوناني القصير، A : تحقيقنا، K : تعليق الكندي، T : تحرير الطوسي، J : تحرير ابن أبي جرادة.

G_1	G_2	A	K	T	J
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6a	6a	6	6	6	6
6b	6b	7	7	7	7
7	7	8	8	8	8
8	8	9	9	9	9
9	9	10	10	10	10
10	10	11	11	11	11
11	11	12	12	12	12
12	12	13	13	13	13
13	13	14	14	14	14
14	14	15	15	15	15
15	15	16	16	16	16
16	16	17	17	17	17
17	17	18	18	18	18
18	18	19	19	19	19
19	19	20	20	20	20
20	20	21	21	21	21
21	21	22	22	22	22
22	absente	23	23	23	23
22 Autrement 1	absente	absente	absente	absente	absente
22 Autrement 2	22	absente	absente	absente	absente
23	23	24	24	24	24
24	24	25	25	25	25
25	25	26	26	26	26
26	26	27	27	27	27
27	27	28	28	28	28
28	absente	29	29a	29	29
28 Autrement	28	30	absente	30	30
29	29	31	29b	31	31
30	30	32	30a	32	32

G_1	G_2	A	K	T	J
31	31	33	30b	33	33
32	32	34	31	34	34
33	33	35	32	35	35
34a	34	36	33	36	36
34b	35a	37	34	37	37
34c	35b	absente	35a	absente	absente
35 énoncé	36 énoncé	38 énoncé	35b	38	38
35a	36a, b, c	39	36a	39	39
35b	absente	absente	36b	absente	absente
35c	36d	40	37a	40	40
35d	36e	41	37b	41	41
36	37	42	38	42	42
37a	absente	43a	39	43	43
37b	absente	absente	absente	absente	absente
38	absente	43b et 48	40 et 44	43b et 48	43b et 48
39a	38a	44	41a	44	44
absente	absente	absente	41b	absente	absente
absente	absente	absente	41c	absente	absente
39b	38b	45a	42a	fin de 44	44
absente	absente	absente	42b, c	absente	absente
absente	40a	45b	43a	47	47
40	40b	46	43b	46	46
absente	40c	47	43c	45	45
41	39	49	45	49	49
42a	42	absente	absente	absente	absente
42b	43	50	absente		
	43	50		50	50
Autrement	43	50	absente		
43	44	51	46	51	51
44	absente	52	47	52	52
Autrement	45	absente	absente	absente	absente
45	46	54	49	54	54

G_1	G_2	A	K	T	J
46	absente	53	48	53	53
47	47	55	51	55	55
48	48	absente	absente	absente	absente
49	absente	56	52	56	56
50	49	57	53	57	57
51	50	58	54	58	58
52	51	absente	absente	absente	absente
53	52	59	55	59	59
54	53	absente	absente	absente	absente
Autrement 1	absente	60	absente	60	60
Autrement 2	absente	absente	absente	absente	absente
55	54	61	partie de 56	61	61
56	55	62	absente	62	62
57	56	63	absente	63	63
58	57a	64	59	64	64

وبمقارنة النصوص اليونانية والنصوص العربية المترجمة، تبين أن النص القصير لا يمكن أن يكون هو نص أقليدس، بل هو تحرير لنسخة من نص أقليدس فقدت في اليونانية، واحتفظ التراث المخطوطي العربي وحده ببعض آثار هذه النسخة التي فقدت، بل ربما هذا الأصل هو الذي نقل قديمًا. ومن ثم فالعلاّمة هيبرج على حق عندما قال إنها تلخيص لنص أقليدس، وجانَب الصواب عندما قال إنها تلخيص للنص الطويل، وأخطأ ناقدوه عندما قالوا إن النص القصير هو الأصل، وإن الطويل تفسير له.

وهكذا حسمت المسألة بفضل التراث المخطوطي للترجمة العربية.

وبيّنت الترجمة أيضًا أن هناك قبل القرن التاسع ما لا يقل عن أربعة تقاليد نصية لكتاب أقليدس في *المناظر*، ومن ثم لا يمكن الزعم بأن إحدى النسخ اليونانية أو العربية هي النسخة الأصل. بل لا مفر عند التحقيق لهذا الكتاب من

الأخذ بكل النسخ يونانية وعربية في نفس الوقت. فالمحقق الذي يهمل مخطوطات الترجمات العربية لن يصل إلا إلى تحقيق مبتور.

أما الصنف الآخر، وهو وجود ترجمة كاملة - أو شبه كاملة - لنص يوناني فقد جزء كبير منه فهو أكثر الأصناف تعقيداً. ولقد أخذت مثال كتاب مخروطات أبلونيوس الذي يعد مع كتب أرشميدس أعلى الرياضيات اليونانية طبقة، بل الرياضيات الكلاسيكية عامة.

ألف أبلونيوس كتابه في القرن الثاني قبل الميلاد. ولصعوبة الكتاب من ناحية ولتدنّي مستوى البحث الهندسي بعد هذه الفترة المتألقة، لم يكن لهذا الكتاب أثر كبير في القرون اللاحقة. وسينقلب الأمر رأسًا على عقب كل مرة يجدد فيها البحث الرياضي ويزدهر. المرة الأولى في القرن التاسع الميلادي في بغداد، والثانية إبان القرن السابع عشر في أوروبا الغربية. وفي كل مرة نقل هذا الكتاب إلى اللغات الأخرى لحاجة البحث الرياضي لما يتضمنه من نظريات ونتائج. فبداية من القرن التاسع قرأ الرياضيون، بنو موسى، ثابت بن قرة، إبراهيم بن سنان، القوهي، ابن سهل، ابن الهيثم، الخيام وآخرون هذا الكتاب مستعينين به لتطوير حقل هندسة المخروطات وفروع جديدة وكثيرة في الرياضيات، مثل الإسقاطات الهندسية والتحويلات الهندسية، والهندسة الجبرية وغير ذلك[16]. وسيتكرر الاهتمام من جديد بهذا الكتاب مع Mydorge، Descartes، Fermat، Roberval، وغيرهم من أئمة رياضيي القرن السابع عشر. فهذا الكتاب بما فيه وبأثره هو مما لا شك فيه أحد معالم المعرفة الإنسانية، مما يوجب علينا دراسة تاريخ النص وتحقيقه، آخذين في هذا أكثر الطرق دقة وصرامة.

يذكر أبلونيوس في فاتحة كتابه أنه يتضمن ثماني مقالات، ويقول أيضاً إنه قد حرر المقالات الثلاث الأُوَل أكثر من مرة قبل التحرير النهائي لهم، والذي أرسله إلى صديقه أديموس في برجام. وبالفعل فلقد أرسل تحرير المقالة الأولى. ولكن من

---

[16] خاصة R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IXᵉ au XIᵉ siècle*, vol. III : *Ibn al-Haytham. Théorie des coniques, constructions géométriques et géométrie pratique*, London, 2000.

مقدمة هذه المقالة نعرف أن أديموس مريض، ومن مقدمة الثانية نعرف أن المرض قد اشتد عليه، ثم يختفي اسمه من مقدمة الثالثة. أما المقالة الرابعة وما بعدها فلقد أرسلها أبلونيوس إلى شخص آخر يُدعى أطالوس. من هذا ومن معلومات أخرى يمكننا استنتاج التالي: أرسل أبلونيوس المقالتين الأولى والثانية إلى أديموس وقبل إرسال الثالثة بلغه نبأ وفاة أديموس. فبدأ بإرسال باقي المقالات إلى أطالوس. ولكن لا يمكن بحال لهذا الأخير فهم المقالات الخمس الباقية بدون دراسة للمقالات الثلاث الأُول، كان إذن هناك تحريران لكتاب *المخروطات*، الأول للثلاث المقالات الأولى والثاني للثماني المقالات جميعها التي كانت بين يدي أطالوس. وهذه النسخة لا بد أن تكون النسخة الأخيرة المنقحة للكتاب.

من هذا الكتاب ضاعت المقالة الثامنة قبل القرن الثالث الميلادي، ولم يبق إلا سبع مقالات. وخلاصة القول هي أنه بقي باليونانية نسخ من تحرير أبلونيوس الذي أرسله إلى أطالوس سبع مقالات، وكذلك بقي ثلاث مقالات من تحريره الأول الذي أرسله إلى أديموس، الذي لم يكن التحرير النهائي المنقح.

حصل أطوقيوس وهو من رياضيي الإسكندرية في القرن السادس على نسخة من تحرير أبلونيوس الذي أرسله إلى أديموس للمقالات الثلاث، ونسخة محرّفة من المقالة الرابعة، فأعاد تحرير هذا. وهناك نسخة من تحرير أطوقيوس هذا في مكتبة الڤاتيكان تحت رقم ٢٠٦ يوناني. هذا كل ما نملكه من نص كتاب *المخروطات* في لغته الأم، وقد حقق هذا التحرير العلامة هيبرج سنة ١٨٩١.

لنرجع الآن إلى بغداد لنر ما كان عليه مصير هذا الكتاب. ولفهم ما كانت عليه الأمور لا بد من التذكير بما كان عليه البحث الهندسي في بداية النصف الثاني من القرن التاسع الميلادي. كانت هناك حاجة ماسة إلى القطوع المخروطية في ميادين عدة: فعلى سبيل المثال في علم الهيئة بحث الفرغاني في الإسقاطات المخروطية لحاجته إليها في كتابه الهام عن الأسطرلاب الذي أتي فيه بالجديد[17]،

[17] R. Rashed, «Les mathématiques de la terre», dans G. Marchetti, O. Rignani, V. Sorge (éd.), *Ratio et superstitio, Essays in Honor of Graziella Federici Vescovini*, Textes et études du Moyen Âge, 24, Louvain-la-Neuve, FIDEM, 2003, p. 285-318.

ونجد أعمالاً مماثلة عند المروروذي صاحب المأمون والخوارزمي والكندي وغيرهم. احتاج الباحثون في علم المناظر أيضًا إلى القطوع المخروطية في دراستهم للمرايا المكافئة والناقصة. احتاج الرياضيون إلى القطوع المخروطية في دراستهم لمساحات السطوح والحجوم، كما يتبين في أبحاث الإخوة الثالثة، بنو موسى.

فلقد ألّف أصغر الإخوة الثلاثة، الحسن بن موسى، كتابًا صاغ فيه نظرية في هندسة الأسطوانة والقطوع الناقصة متّبعًا نهجًا مخالفًا لما اتّبعه أبلونيوس، وذلك بالاعتماد على خاصية البؤرتين، ومعتبراً القطع الناقص كقطع مستوٍ من الأسطوانة لا كقطع مخروط، كما عمل أبلونيوس، ذلك كله قبل ترجمة كتاب أبلونيوس في *المخروطات*.

حثّت كل هذه الأبحاث في الهندسة، والفلك وعلم المناظر على البحث عن كتاب *المخروطات* لأبلونيوس ونقله إلى العربية، هذا ما قام به محمد وأحمد ابنا موسى في منتصف القرن التاسع. ولنستمع إلى أحمد بن موسى يقص علينا الأمر؛ يقول:

«إن موقع علم ما يقع في المخروطات من القطوع وما يعرض فيها من الأشكال والخطوط في أعلى المراتب من علم الهندسة. [...] ولم يزل القدماء من طُلاب علم الهندسة يعنون بوجود هذا العلم ويجتهدون في طلبه ويُقيّدون ما أدركوا منه أولاً فأولاً في الكتب إلى أن انتهى الأمر في ذلك إلى أبلونيوس. فإن هذا الرجل كان من أهل الإسكندرية وكان معنيًا بهذا العلم، وكان رجلاً مبرّزاً في علم الهندسة مستعليًا فيه، فعمل في ذلك كتابًا في ثماني مقالات جمع فيها ما تقدمه به من كان قبله من هذا العلم. وأضاف إلى ذلك ما تولّى هو استنباطه. ثم إن هذا الكتاب فسد، وكثر الخطأ فيه على طول الأيام بتداول الناس انتساخه بعضهم من بعض. وكان لفساده سببان: أحدهما السبب العام لجميع ما تتداوله الأيدي بالنسخ من الكتب، من تقصير مَنْ نسخه في تصحيح نسخه والمعارضة به، ومن إخلاق الكتب ودرس ما فيها من قبل أن يجدّد نسخها. والسبب الآخر سبب

يخص هذا الكتاب وما جرى مجراه من الكتب دون غيرها، وذلك لأن هذا الكتاب كتاب غامض يصعب فهمه ولا يقوى عليه إلا القليل من الناس، وسهولة فهم الكتاب معين على تصحيحه متى احتيج إلى ذلك فيه، وهو مع هذا كتاب طويل، في تكلف نسخ مثله وتصحيحه مشقة. فبهذه الأسباب التي وصفنا عرض لهذا الكتاب الفساد بعد أبلونيوس، إلى أن نشأ بعسقلان رجل من المهندسين يقال له أطوقيوس، وكان مبرّزاً في علم الهندسة وله كتب قد وضعها تدل على قوته. فجمع هذا الرجل لهذا الكتاب، عندما وقف عليه من غلبه الفساد عليه، ما أمكنه من نُسَخه الموجودة في زمانه، فتهيأ له بما جمع من النسخ وبقوته في علم الهندسة أن أصلح من هذا الكتاب الأربع المقالات الأول. إلا أنه سلك في ذلك سبيل من لم يلتمس أن يحكى ما أصلح على ما وصفه أبلونيوس سواء، بل جمع وفصّل واستعمل الفكر فيما لم يمكنه تصحيحه على حكاية قول أبلونيوس فيه بعينه حتى استنبط البرهان فيه. فاقتصر الناظرون في علم المخروطات بعد أطوقيوس على قراءة الأربع المقالات التي صححها فقط [...]

وقد كان وقع إلينا سبع مقالات من الثماني المقالات التي وضعها أبلونيوس في المخروطات على ما وضعها عليه. فرمنا ترجمتها وفهمها، فتعذر الأمر في ذلك علينا لغلبة الخطأ الذي كان عرض في هذا الكتاب بالأسباب التي وصفناها. [...]

ثم تهيأ لأحمد بن موسى الشخوص إلى الشام والياً لبريدها، فعني بطلب نسخ لهذا الكتاب رجاء أن يجتمع له منها ما يمكنه أن يصححه به، فتعذر ذلك عليه. ووقعت إليه الأربع المقالات التي كان أطوقيوس أصلحها من كتاب أبلونيوس، نسخة واحدة. وقد كان عرض فيها الخطأ أيضاً بعد أطوقيوس بالأسباب التي وصفناها. فلما وقعت إلى أحمد هذه النسخة أخذ في تفسير الكتاب وقصد إلى الأربع المقالات الأول التي أصلحها أطوقيوس، لأنه وجد خطأها أقل من الخطأ في فصّ كتاب أبلونيوس، فعانا في فهمها مشقة وصعوبة إلى أن فرغ منها وتهيأ انصرافه من الشام إلى العراق. فلما صار إلى العراق، عاد إلى تفسير بقية السبع المقالات التي وقعت إلينا من فص كتاب أبلونيوس. وقد وصفنا الحال التي كان قد صار إليها هذا

الكتاب من الفساد بكثرة الخطأ، إلا أن أحمد قد كان صار له بفهمه الأربع المقالات التي أصلحها أطوقيوس قوة على فهم ما بقي من الكتاب ودربة به وفهم لمسالك أبلونيوس التي سلكها والأصول التي وضعها، فأمكنه بذلك فهم الثلاث المقالات الباقية من السبع المقالات حتى استوعبها؛ وأحدث في الكتاب شيئًا عظيم المنفعة في تسهيل فهمه على مَن أراد قراءته، لم يكن فعله أبلونيوس فيما وضع ولا أطوقيوس فيما أصلح، وهو أنه نظر إلى كل مقدمة يُحتاج إليها في برهان شكل من الأشكال فذكرها في موضع الحاجة إليها ووصف موضعها من الكتاب.

وكان المتولي لترجمة الأربع المقالات الأول بين يدي أحمد بن موسى هلال ابن أبي هلال الحمصي والمتولي لترجمة الثلاث المقالات الباقية ثابت بن قرة الحراني المهندس»[18].

تبين عند تحقق الأمر أنه لم يكن هناك ترجمة عربية واحدة، كما تظن جمهرة المفهرسين والمؤرخين، ولكنْ ترجمتان، الأولى قام بها هلال بن هلال الحمصي وإسحاق بن حنين للمقالات الأربعة الأولى، والثانية ترجمة كاملة للمقالات السبعة لثابت بن قرة الحراني، وهذه الأخيرة هي للمخطوط الذي كان يتضمن السبع المقالات. وهذه الترجمة الأخيرة وصلت إلينا كاملة في خمسة مخطوطات، ومتجزئة في ستة مخطوطات.

وباختصار شديد نستطيع تلخيص الوضع الحالي لهذا الكتاب هكذا: أولاً هناك تحرير أطوقيوس للنص اليوناني للأربع المقالات الأولى - أقول تحرير - وترجمة عربية لمخطوط سبع مقالات من الكتاب. ثانيًا حُقق تحرير أطوقيوس عدة مرات آخرها تحقيق Heiberg، كما ذكرت وترجم إلى اللغات الأوروبية، في حين إن الأربع المقالات الأولى من الترجمة العربية لم تدرس ولم تحقق قبل قيامي بذلك. ويختلف أمر المقالات الثلاث الأخيرة المفقودة كليا في اليونانية، فلقد ترجمت من

[18] R. Rashed, *Apollonius, Les Coniques*, tome 1.1: *Livre I*, Berlin, De Gruyter, 2008, p. 501-507.

العربية إلى اللاتينية سنة ١٧١٠، ونشر النص العربي حديثًا دون الإتقان اللازم، وتم كل هذا دون دراسة للترجمة العربية للمقالات الأربع الأولى. وهذا يرجع إلى ظن ساد عند المؤرخين، هذه عناصره:

١- ظن الجميع أن تحرير أطوقيوس هو نص أبلونيوس للمقالات الأربع الأولى مع بعض التعديلات الطفيفة.

٢- ظن الجميع أن مخطوطة الفاتيكان لهذا التحرير المنسوخة في القرن الثاني عشر متجانسة ومتسقة، وأن أطوقيوس نقل مخطوطة الأصل.

٣ - ظن الجميع أن المقالة الرابعة من تحرير أطوقيوس لا تختلف في التجانس والاتساق عن سابقيها.

٤ - ظن الجميع أن الترجمة العربية للأربع المقالات الأولى لا تختلف عن نسخة أطوقيوس، ومن ثم يمكن إهمال الترجمة العربية عند تحقيق النص اليوناني لهذه المقالات الأربع.

ولكن عند الدراسة المتأنية ثبت أن كل هذه الظنون خاطئة. فلقد أثبتنا عند مقارنة النص اليوناني لأطوقيوس والنص العربي المترجم من مخطوط المقالات السبع أنهما يختلفان اختلافًا أساسيًا لا يمكن اعتباره نتيجة لتدخل المترجمين، ولكن نتيجة لاختلاف بين نص تحرير أطوقيوس والنص اليوناني المنقول إلى العربية. فالمخطوط المنقول إلى العربية هو مخطوط منسوخ من التحرير الأخير الذي قام به أبلونيوس نفسه الذي أدخل عليه تصويبات وتعديلات عدة حتى على المقالات الثلاث الأولى التي سبق أن أرسلها إلى Eudemus، بل أثبتنا أيضًا أن تحرير أطوقيوس للمقالة الرابعة غير متجانس ولا متسق مع تحرير المقالات الثلاث الأولى. وهذه النتيجة ذات أهمية بالغة. لنقف قليلاً، لنقارن بين النص اليوناني لأطوقيوس والنص العربي المترجم للمقالة الرابعة. تمثل هذه المقالة ما وصل إليه البحث الرياضي في الإسكندرية.

ألّف أبلونيوس هذه المقالة الهامة بعد وفاة Eudemus ، وأرسلها إلى Attalus؛ وهذا يعني أنه لم يرسلها إلا بعد التحرير النهائي لها، ولا يعرف لهذه

المقالة تحرير آخر. ليس إذن هناك ثمة سبب لأن يختلف نص أطوقيوس اليوناني عن الترجمة العربية لهذه المقالة. ولكن إذا قارنا بين النصين، فسنجد اختلافًا كبيراً يرجع إلى اختلاف النصوص؛ هذه بعض نتائج المقارنة:

١- نجد عدد القضايا: في تحرير أطوقيوس ٥٧ قضية، بينما لا نجد في الترجمة العربية إلا ثلاثًا وخمسين قضية.

٢- إذا فحصنا القضايا الأربع الناقصة في الترجمة العربية، نجد ثلاثًا منها غير صحيحة، والرابعة تعتمد على فرضية لا توجد في النص، ولا يمكن إرجاع هذه الأخطاء إلى رياضي من طبقة أبلونيوس، مما يعني أن النص الذي اعتمد عليه أطوقيوس كان محرّفًا.

٣- يختلف تسلسل القضايا بين النص اليوناني والنص العربي، فنجد مثلاً :

أطوقيوس	17	19	22	18	20	24
الترجمة	15	16	17	18	19	20

ودراسة النص الرياضي تبيّن مما لا شك فيه أن التسلسل المنطقي الصحيح هو ما نجده في الترجمة.

٤- هناك عديد من القضايا في نسخة أطوقيوس بدون برهان، مما لا يتفق بحال مع أسلوب رياضي من طبقة أبلونيوس. أما في الترجمة العربية فكل القضايا مبرهنة.

٥- وأدهى من ذلك: نجد في نص أطوقيوس براهين خاطئة، وأما الترجمة العربية فهي خالية من الأخطاء.

٦- نجد في نص أطوقيوس صياغة غير دقيقة وخاطئة لمنطوق بعض القضايا. ولنأخذ مثل القضية الأولى:

«لتكن نقطة خارج قطع مخروط أو محيط دائرة، فإذا أخرج من تلك النقطة خطان إلى قطع المخروط وكان أحدهما مماسًا والآخر يقطع على نقطتين...»

من الواضح أن هذه الصياغة غير صحيحة. علينا أن نحدد أن هذا القطع لا يمكن

أن يكون إلا قطعاً مكافئًا أو ناقصاً أو دائرة، فهو ليس بقطع مخروطي مطلقاً. وإن أراد أن تكون الصياغة لأي قطع مخروطي فكان عليه أن يقول إن النقطة المفروضة يجب أن تكون في الزاوية التي يحيط بها الخطان اللذان يقربان ولا يلتقيان (asymptotes). ومنطوق النظرية صحيح في الترجمة العربية، وهو:

«إذا أخرج من نقطة خطان إلى القطع المكافئ أو إلى القطع الناقص أو إلى الدائرة، وكان أحدهما مماساً والآخر يقطع القطع على نقطتين...».

٧- عادة ما نجد في نص أطوقيوس براهين مختزلة، على سبيل المثال القضايا ٤، ٥، ٨، ٢٠ بين أخريات. وهذا لا يتفق مع أسلوب أبلونيوس في تحريره لكتبه.

كل هذه الفروق وغيرها تبين أن الترجمة العربية متجانسة وذات طابع واحد وأن أسلوب تأليفها وتحريرها هو أسلوب أبلونيوس في كتبه الأخرى. ويختلف أمر نص أطوقيوس، فأجزاء منه، مثل الجزء الخاص بالقضايا ٤٥-٥٦، مطابق للنص العربي في حين إن أجزاء أخرى مناقضة لهذا الأخير، لما تحتويه من أخطاء وعدم اتساق وتلخيص، الخ.

وهنا يقف المرء ويتساءل، لماذا كل هذه الأخطاء وهذا التباين بين النصين؟ لماذا ارتكب أطوقيوس وهو رياضي هذه الأخطاء في تحريره؟ لن أدخل هنا في تفاضيل الإجابة عن هذا السؤال حتى لا يطول الحديث، وأقول فقط إني قد بيّنت في مجال آخر أن أطوقيوس لم يكن بحوزته إلا الثلاث المقالات الأولى من كتاب *المخروطات* في تحريرها الأول الذي أرسله أبلونيوس إلى Eudemus، ولم تصل إليه المقالات الخمس الأخيرة، من المقالة الرابعة إلى الثامنة، إلا نسخة محرّفة (ومشوّهة) من المقالة الرابعة. وسأكتفي هنا بدليل واحد بين أدلة كثيرة لبيان أن أطوقيوس لم يكن يعرف شيئًا عن المقالات الأخرى من الكتاب، رغم زعمه العكس.

يقول أطوقيوس في رسالة بعث بها إلى أنثميوس الترالي (مهندس كنيسة آيا صوفيا): «إن أردت أن أعرض لك المقالات التالية (بعد الرابعة) على نفس المنوال، فسأقوم بهذا إن شاء الرب». ويعني بقوله هذا أنه على دارية بالمقالات الأربع الأخيرة من كتاب أبلونيوس.

إذا تمعّنا فيما يقوله عن هذه المقالات، بداية من الخامسة، فسنكتشف أنه لم يكن يعلم منها وعنها الكثير، ولهذا لا يمكن تصديق ما قاله لأنثميوس.

فهو لا يدري شيئًا عن المقالة الثامنة التي فقدت قبله بقرون، هذه واحدة. أما الأخرى فهو لا يشير إلى مضمون هذه المقالات إلا مرة واحدة عند شرحه لكتاب أرشميدس المسمى «توازن الأشكال البسيطة». يقول أطوقيوس: «يحد أبلونيوس في المقالة السادسة القطع المتشابهة».

ظن المؤرّخون أن أطوقيوس يستشهد هنا بنص أبلونيوس. ويكفي أن نقارن قوله هذا بنص أبلونيوس في ترجمة العربية:

[حد أبلونيوس في الكتاب السادس] «القطوع المتشابهة من القطوع المخروطية: إذا أخرجنا خطوطًا موازية للقاعدة متساوية العدد في كل واحد منها، تكون نسب الخطوط المتوازية والقواعد إلى الخطوط التي فصلت من الأقطار مما يلي الرؤوس هي نفس النسب التي للخطوط التي فصلت إلى الخطوط التي فصلت؛ ويبين أن كل القطوع المكافئة متشابهة».

Τὰ ὅμοια τμήματα τῶν τοῦ κώνου τομῶν ’Απολλώνιος ὡρίσατο ἐν τῷ ἕκτῳ βιβλίῳ τῶν Κωνικῶν, ἐν οἷς ἀχθεισῶν ἐν ἑκάστῳ παραλλήλων τῇ βάσει ἴσων τὸ πλῆθος αἱ παράλληλοι καὶ αἱ βάσεις πρὸς τὰς ἀποτεμνομένας ἀπὸ τῶν διαμέτρων πρὸς ταῖς κορυφαῖς ἐν τοῖς αὐτοῖς λόγοις εἰσὶ καὶ αἱ ἀποτεμνόμεναι πρὸς τὰς ἀποτεμνομένας.[19]

يقول أبلونيوس: « والقطع التي يقال إنها متشابهة هي التي تحيط قواعدها مع أقطارها بزوايا متساوية؛ وقد تخرج في كل واحد منها خطوط موازية لقاعدته متساوية العدد، وتكون نسبها ونسبة القاعدة إلى ما تفصل من القطر، مما يلي رأس القطع في كل واحد من القطع، نسبًا متساوية؛ وكذلك نسبة ما ينفصل من أقطار بعضها إلى ما ينفصل من أقطار الأخر.» (ص. ٢٣٨و).

---

[19] Eutocius, Commentaire à la prop. II.3 de *L'Équilibre des figures planes d'Archimède* (éd. Mugler, p. 178, 8-14).

من البيِّن أن النصين مختلفان، وينقص نص أطوقيوس شرط تساوي الزوايا، الذي لا يمكن أن يسهو عنه أطوقيوس لو كان على علم بالمقالة السادسة. أما ما قاله عن المقالة الخامسة والسابعة فهو تكرار واختزال لما كتبه أبلونيوس في مقدمة المقالة الأولى. فعلى سبيل المثال يقول عن المقالة الخامسة ما نصه «إنها تتضمن دراسة الخطوط الصغرى والخطوط الكبرى». هذا ما قاله أبلونيوس في صدر المقالة الأولى. ثم يتبع ذلك بمثال، فيذكر ما عمله أقليدس في ذلك عند دراسته للدائرة، مما يبيّن بدون أدنى شك أنه لا يعرف مضمون المقالة الخامسة التي يصوغ فيها أبلونيوس نظرية الأعمدة على المنحنيات المخروطية. فعندما يقول أطوقيوس إن بحوث أبلونيوس في هذه المقالة مماثلة لبحوث أقليدس فهو يقول عبثًا.

من البيّن إذاً أن الظن السائد عن تاريخ نص أبلونيوس هو ظن خاطئ، وأنه لا يمكن الثقة بتحرير أطوقيوس للمقالة الرابعة عند تحقيق نص أبلونيوس. وبالجملة لا يمكن الاعتماد على تحرير أطوقيوس للمقالات الثلاث الأُوَل وحده لتحقيق نص أبلونيوس، بل إن الترجمة العربية هي أقرب إلى نص أبلونيوس الأصلي. فلقد حفظت لنا هذه الترجمة ما كان في المخطوط اليوناني للمقالات السبع في آخر تحرير لأبلونيوس نفسه، أعني هذا التحرير الذي أرسله إلى Attalus؛ وحفظت لنا نصًا لا يشوبه التحريف ولا التصحيف. ومن ثم فمخطوطات الترجمة العربية هي التي تسمح لنا بإقامة أقرب النصوص من نص أبلونيوس الأصلي. فتحقيق نص أبلونيوس يلزمنا الأخذ بتحرير أطوقيوس للمقالات الثلاث الأولى، مع معرفتنا أنه ليس تحريراً لنص أبلونيوس الأخير، وبمخطوطات الترجمة العربية. فتحرير أطوقيوس يضمن لنا اللغة والمخطوطات العربية تضمن لنا نص الرياضيات، وكذلك نص أربع مقالات فقد أصلها اليوناني، فمخطوطات الترجمة في مثل هذا الحال ستكون أساس تحقيق النص. ولكن على المحقق أن ينتبه إلى أمر ذي خطر.

لم تهدف الترجمة العربية لمخروطات أبلونيوس إلى التأريخ لهندسة المخروطات، ولكنها كانت أداة لمواصلة البحث الرياضي المتقدم. وبعبارة أخرى لم يكن نص أبلونيوس نصًا ميتًا، ولكنه كان نصًا حيًا، ومن ثم عرضة لتدخل

النساخ، وخاصة أن الكثير منهم كانوا من أئمة الرياضيات. فلقد نسخه الحسن بن الهيثم على سبيل المثال، ونقّح نسخة أخرى نصير الدين الطوسي، الخ. وهنا يكمن الخطر؛ فمقام ابن الهيثم من مقام أبلونيوس في الرياضيات، فالخوف عندئذٍ هو أن يكون قد أصلح لا شعوريًا خطأ في الأصل أو قوّم برهانًا بدون أن يدري. ولتداري مثل هذا الأمر يلزمنا معرفة دقيقية بتاريخ الرياضيات اليونانية والرياضيات العربية والبداية بكتابة تاريخ النص قبل البدء بالتحقيق.

فلنأت الآن على الترجمة من العربية إلى اللاتينية، وهنا سأعتبر بمثال واحد لضيق الوقت: كتاب *الجبر والمقابلة* لمحمد بن موسى الخوارزمي.[20] وهذا الكتاب هو أيضًا من معالم المعرفة الرياضية الإنسانية، فهو أول ما كتب في الجبر، ومنه بدأ البحث في هذا العلم في الشرق والغرب.

كتب محمد بن موسى الخوارزمي كتابه حوالى سنة ٨٢٠ ميلادية. والكتاب في قسمين، يصوغ الخوارزمي في القسم الأول منهما النظرية الجبرية: المفاهيم الأساسية، معادلات الدرجتين الأوليين، الحساب الجبري على العبارات البسيطة والمركبة، معالجة المسائل الهندسية والحسابية بالجبر. ويبحث في القسم الثاني مسائل المواريث والوصايا، وفي هذا القسم أقام الخوارزمي أسس ما سيعرف من بعد باسم حساب - أو جبر - الفرائض.

وصل إلينا هذا الكتاب، حسب علمي، في سبعة مخطوطات، اثنان منهما صعبا المنال، أحدهما في مكتبة القصر الملكي في كابل - أفغانستان - حسب فهرس معهد مخطوطات الجامعة العربية. وللأسف لم أستطع الدخول إلى مكتبة القصر في أول السبعينيات. والثاني في مجموعة خاصة في كابل أيضًا، تصفحته عند صاحبه الذي وعد بإرسال صورة منه، ولكنه لم يفِ بالوعد.

---

[20] R. Rashed, *Al-Khwārizmī : Le commencement de l'algèbre*, Paris, 2007.

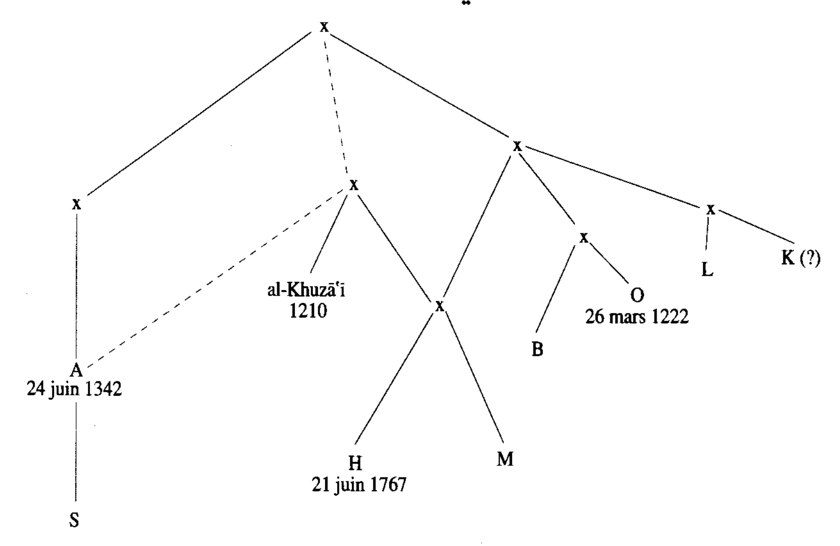
ترجمة عربية: *رياضيات الخوارزمي: تأسيس علم الجبر*، سلسلة تاريخ العلوم عند العرب ١١، بيروت، مركز دراسات الوحدة العربية، ٢٠١٠.

بقي إذاً خمسة مخطوطات أخذت بها عند تحقيق النص. ومن الغريب أن كتاباً مثل هذا، يقر الجميع بدوره في تأسيس علم الجبر وتغيير العقلانية الرياضية، لم يبق من مخطوطاته إلا هذا العدد القليل متأخر النسخ. ولهذا سببان على الأقل، أولهما هو ما أصاب التراث المخطوط العربي، والعلمي منه خاصة، من نكبات، وثانيهما هو أن هذا الكتاب كان ضحية عبقرية مؤلفه. بدأ البحث الجبري النشط على الفور بعد الخوارزمي وألّفت الكتب، مثل كتب أبي كامل، والكرجي، والسموأل وغيرهم، التي طورت هذا العلم وذهبت به بعيداً مما أدى إلى إهمال كتاب الخوارزمي الذي أصبح لا يهم إلا المبتدئين والفقهاء. نقل هذا الكتاب إلى اللاتينية ثلاث مرات، ثم إلى الإيطالية فيما بعد. نقله جيرار الكرموني (Gérard de Crémone)، ثم روبر دي شستر (Robert de Chester)، ثم Guillaume de Luna. ومما لا شك أن ترجمة جيرار (1114-1187) هي أفضل الترجمات الثلاث.

عند كتابة تاريخ نص الخوارزمي والفحص الدقيق للمخطوطات الخمسة، تبين تاريخ نسخ أقدمها هو سنة ١٢٢٢ ميلادية، مما يعني أنها متأخرة النسخ. إلا أن على هوامش إحداها، وهو مخطوط معروف بمكتبة البودليان بأكسفورد هناك تعليقات جمة وحواشي متعددة كتبها الفقيه الرياضي أحمد بن عمر الخزاعي. وهناك تفسير كامل قام به الخزاعي لكتاب الخوارزمي في مكتبة يني جامع في اسطنبول نسبه البعض خطأً إلى ابن الهائم. وانتهى الخزاعي من تحرير تفسيره، الذي فيه يستشهد بفقرات كتاب الخوارزمي قبل أن يشرحها، سنة ١٢١١.

لنأت الآن إلى ترجمة جيرار الكرموني لجبر الخوارزمي. يرجع تاريخ هذه الترجمة إلى منتصف القرن الثاني عشر، أي ما يقارب القرن قبل المخطوطات العربية التي في حوزتنا؛ هذه واحدة. أما الأخرى فهي نتيجة المقارنة بين هذه الترجمة والمخطوطات العربية. لقد بيّنت هذه المقارنة أن النص الذي ترجمه جيرار، أي المخطوطات العربية التي عليها عمل، مخطوطان كما يذكر هو نفسه، ينتميان إلى تراث مخطوطي استطعنا تحديده.

نقل جيرار إلى اللاتينية الجزء الأول من كتاب الخوارزمي، أي الجزء الخاص بالجبر كعلم رياضي، وترك جانبًا الجزء الثاني الخاص بالوصايا والمواريث، ربما لصعوبته ولما يحتاجه من معرفة بالفقه الإسلامي. واعتمد في نقله على مخطوط سأرمز له بالحرف L. إلا أن أحد فصول الجزء الأول عنوانه «المسائل المختلفة»، وفيه يضع الخوارزمي مسائل ليبيّن كيف تحل جبريًا، لم يكن كاملاً في L ؛ ولكن جيرار وجد مخطوطًا عربيًا آخر ساعده في ترجمة نواقص L؛ وسنرمز لهذا المخطوط بحرف K. وبيّنت المقارنة بين L وK من ناحية وباقي المخطوطات العربية التي حصلنا عليها من ناحية أخرى، أن L هو من أسرة B وO وكذلك K. وهذه هي شجرة التراث المخطوط لكتاب الخوارزمي[21]:



ساعدت ترجمة جيرار الكرموني في البرهان على أن نص كتاب الخوارزمي لم يطرأ عليه تغير منذ القرن الحادي عشر على الأقل، على التحقق من أصالة المسائل وعلى استبعاد مسألتين أدخلا في النص الأصيل بعد الخوارزمي، ولهذا لا يمكن تجاهل الترجمة اللاتينية عند تحقيق النص.

[21] R. Rashed, *Al-Khwārizmī : Le commencement de l'algèbre*, p. 90.

لقد عددت سابقًا أصناف الترجمات اللاتينية للكتب العلمية العربية، ولن يتسع الوقت لمناقشتها، ولا لمناقشة صنف آخر لا يقل أهمية، وهو الترجمة اللاتينية لنقل عربي لكتاب يوناني، فقد أصله اليوناني ونقله العربي، ولم يبق إلا الترجمة اللاتينية للنقل العربي، مثل كتاب بطلميوس في *المناظر*.

وعلى تصاريف الأحوال نستطيع أن نختم هذا العرض بالقول إن اللجوء إلى مخطوطات الكتب العلمية المترجمة ليس ضروريًا ولازمًا وملزمًا للتأريخ لهذا الفرع أو ذلك فقط، ولكن أيضًا للتحقيق العلمي المتأنّي للنص الأصل نفسه. هذا ما أردت أن أبيّنه في هذا المؤتمر الخاص بمخطوطات الترجمات.



رابعًا : تراث الفكر وتراث النص : مخطوطات العلم العربية

حظت الآثار المخطوطية الإسلامية في العقود الخمسة الأخيرة باهتمام مكثف وجديد. ففي هذه الحقبه أُنشئت معاهدُ المخطوطات وجُمع وسُجّل بعضُ المجموعات الخطية مثل المجموعة الإيرانية، و شُيّد بعضُ المؤسسات العامة والخاصة. وعلى الرّغم من هذه الجهود الهامة والمشكورة ما انفك حالُ المخطوطات الإسلامية يثير دهشة الناظر والمتأمل. فمن جهة يمثل هذا الإرث المخطوطي أغنى وأغزر المحفوظ من الآثار المخطوطية الإنسانية، ومن جهة أخرى ما زال هذا الإرثُ أقلّها درسًا وتحقيقًا بل وفهرسةً كذلك. وما فتِئ هذا التناقض يحكمُ حقلَ المخطوطاتِ الإسلامية، فالطريقُ ما زال طويلاً والدربُ وعراً. والمقام هنا ليس هو مقام البحث عن الأسباب التي أدت إلى هذا التناقض واستمراره. وإن بدأت بهذا فلألفتَ النظرَ إلى أنه يزداد عظمًا إذا خصصنا التراث المخطوطي الرياضي والعلمي. فالتراث العلمي لم يحظ بما حظي به التراث الأدبي والديني. فلقد خرّجت وهيّأت المعاهد والحوازات الدينية من العلماء من تكفلوا بهذا الأخير فخدموه وأخرجوا بعضه، مما لم يهيّأ للتراث العلمي.

وتخصيصُ التراث المخطوطي العلمي له أسبابٌ أخرى سأذكر بعضها : إذا نظرنا إلى الآثار المخطوطية في الرياضيات والعلوم في الحضارة الإسلامية نجدها تتضمن النتاج العلمي لحضارات متعددة قديمة ولأبحاث مبتكرة جديدة على السواء. فهذا التراث النصي يحتوي في نفس الوقت على ما انتهى إلينا من الأوائل، وخاصةً من اليونان والهنود والفرس والسريان، وعلى ما اكتُشف من جديد ابتداءً من أواخر القرن الثاني الهجري. هذه أولى سمات التراث النصّي في الرياضيات والعلوم والفلسفة التي تميزه من التراث النصّي في علوم الدين والأدب. وقد أدرك علماء المسلمين هذا الفرق عند تمييزهم بين علوم الأوائل

وعلوم المتأخرين.

أما السمة الثانية فهي وحدةُ لغةِ هذا التراث العلمي. فهذا التراث العلمي كان عربي اللغة. لم يقتصر الأمر على بلدان أهل الضاد بل عمّ بلاداً تكلّم مواطنوها بلغات مختلفة. فالعربية كانت لغة العلم في سمرقند وفي غرناطة، مروراً بخراسانَ وصقلية. وكان هذا العالم أو ذاك إن حنّ واشتاق إلى الكتابة بلغته الأم - الفارسية خاصة - مثل النسوي ونصير الدين الطوسي - فسرعان ما عاد هو نفسه بنقل ما ألّفه إلى العربية. هذا ما عبّر عنه أبو الريحان البيروني عندما أكّد أن العربية هي لغة العلم في عصره. وبالجملة لن نبالغ قط إن قلنا إنه منذ بداية القرن الثالث الهجري أصبح للعلم لغة، وكانت هذه اللغة هي العربية، بل إن هذه اللغة اكتسبت بدورها بعداً عالميًا، فلم تعد لغةَ شعبٍ واحدٍ ولا لغةَ أمةٍ واحدة، بل لغةَ شعوبٍ عدة وأممٍ مختلفة، ولم تعد لغةَ ثقافة بعينها بل لغة كل المعارف العقلية، علمية كانت أو فلسفية.

أما السمة الثالثة للتراث المخطوطي العلمي فهي مرتبطةٌ أشدَ الارتباط بعالمية العلم الذي نشأ وتطور في الحضارة الإسلامية والتي ساعد على فرضها وحدةُ لغة العلم. كان هذا العلم - ولأول مرة في التاريخ - عالميًا بمصادره ومنابعه، كما ذكرنا، عالميًا بتطوراته وامتداداته. فلا يمكن بحال الإحاطة بالتراث المخطوطي في العلوم والبحثُ فيه بدون معرفة ما نقل منه إلى اللاتينية والعبرية واليونانية البيزنطية والإيطالية وغيرها من اللغات.

تبيّن لنا هذ اللمحة العقبات اللغوية والتقنية والتاريخية التي سيقابلها كل من يرغب في دراسة وتحقيق التراث المخطوطي العلمي. والحديث عن العقبات يطول ويتشعب ليقف بنا في نهاية الأمر أمام السؤال حول العلاقة بين تراث النص وتراث الفكر العلمي والوسائل اللازمة لفهم كلّ منهما ولفهم العلاقة بينهما. فكثيراً ما نصل إلى اكتشاف النص عندما نريد التأريخ للفكر العلمي، وكثيراً لا يمكننا أن نؤرخ الفكر العلمي بدون معرفة دقيقة بتاريخ النص. وقد حال هذا الارتباط الوثيق بين تراث النص وتراث الفكر من ازدهار التحقيق العلمي لمخطوطات العلوم. والإجابة - ولو جزئيًا - عن هذا السؤال تلزمنا أن نقف أولاً على تراث النص.

واجه كلٌ من عمل على تحقيق ودراسة النصوص العلمية أشكالاً عدة من تراث النص، يمكننا أن نحصيها إحصاءً أولياً، قبل أن نتحدث عنها باختصار شديد. وهذه الأشكال هي :

١ - النص الغائب

٢ - النص المستتر

٣ - النص المبتور

٤ - النص المختزل أو الملخص

٥ - النص الكامل الوحيد المخطوط

٦ - النص الكامل المتعدد المخطوطات

٧ - النسخة الأم أو مخطوط المؤلف.

وفي كل هذه الأصناف، عدا الأخير، علينا أن نفرّق بين النصّ المترجم من اليونانية أو غيرها، والنصّ المؤلَّف بالعربية. وعلينا أيضًا أن نتساءل عن أنجع الطرق للاقتراب من أصل النص وحقيقته، إن كان هذا ممكنًا.

١ - النص الغائب

قد يبدو من الغريب أن نستهلَّ حديثَنا عن المخطوطات العلمية بذكر الغائب منها، مفقوداً كان أو في حكم المفقود، أو على الأقل لم يُعثر عليه بعدُ، على الرغم من البحث والتفتيش. ولا يمكن بحال تفادي هذا الحديث، فقد ضاع الكثيرُ مما لا غنى عنه في فهم التراث العلمي والتأريخ له. فعلى سبيل المثال ضاعت ترجمةُ كتاب *المناظر* لبطلميوس ولم يبق إلا النقل اللاتيني للنص العربي، وضاع كتاب «الحساب» للخوارزمي، ولم تبق إلا نسخة لاتينية مضطربة، وضاع أيضًا كتاب الكندي *في اختلاف المناظر* ولم تبق إلا ترجمتُه اللاتينية. وواضحٌ أننا لا يمكن أن نتغاضى عن هذه الكتب، إن أردنا فهم ما تم في العلوم من فلك ورياضيات ومناظر، منذ بداية القرن الثالث وما بعده شرقًا وغرباً. وهنا قد حالفنا الحظ بوجود الترجمات اللاتينية. فهناك العديد من أمّهات الكتب الرياضية والعلمية التي أضيعت، وأيّ كتب أضيعت.

ومن الطبيعي والمتوقع ألاّ يتعلق حديثنا إلا بالنصوص التي يمكن تتبعُ أثرِها بصورة أو أخرى، أعني ما انتهى إلينا منه خبرٌ ما، ومن ثم سنقتصر على بعض الأصناف دون الأخرى.

أ - وأوّل الأنواع هو ما انتهى إلينا تحريره أو شرحه أو ترجمته إلى لغة أخرى، أو هذا وذاك. فمن هذا النوع كتاب بني موسى من القرن الثالث الهجري «في معرفة مساحة الأشكال البسيطة والكرية». ويعدّ هذا الكتاب بحق من أهم ما كتب في حقل الرياضيات التحليلية بعد أرشميدسَ، أي بعد ألف سنة تقريبًا. وقدم بنو موسى في هذا الكتاب أولَ بحثٍ مستفيضٍ في العربية في هذا الفصل من الرياضيات اعتمد عليه فيما بعد للتعليم والبحث في الشرق والغرب على السواء. والشواهد تدل على أن هذا الكتاب كان متداولاً بين الرياضيين حتى القرن السادس قبل أن يختفي تمامًا على إثر تحريرِ نصير الدين الطوسي له. كيف كان ذلك ؟

ظهر في القرن السادس - لأسباب لن أدخل فيها هنا - نوعٌ أدبيٌ جديدٌ وهو «التحريرات» العلمية والأدبية. ووصل هذا النوع إلى ذروته في الرياضيات والعلوم مع نصير الدين الطوسي وابن أبي جرادة وغيرهما. وكان من بين هذا تحرير نصير الدين الطوسي لكتاب بني موسى، الذي ضُمّ إلى المجموعات المسماة «بالمتوسطات» والتي كانت تهدف إلى تهيئة الطلاب وإعدادهم لدراسة علم الهيئة. أصبح إذاً تحرير الطوسي لكتاب بني موسى من الكتب المدرسية الواسعة الانتشار الكثيرةِ النسخ. وظل هذا التحرير مع غيره من الكتب التي ضمتها المتوسطات يُدرس ويُشرح في المدارس والحوزات.

وأدى انتشار هذا التحرير إلى إهمال الأصل، فغمر النسيان كتاب بني موسى وأهمله النسّاخ. واجه الباحث في التراث المخطوطي إزاء هذا الوضع الإشكال التالي: من الجهة الشرعية كان عليه معرفةُ الأصلِ حتى يتمَ له دراسةُ التراثِ المخطوطي للتحرير، فالتحرير يتبع الأصل، ويُنسب إليه بعداً وقرباً؛ ولكن من الجهة الواقعية لا يمكنه إلا البدأ بالتحرير حتى يتسنى له الاقترابُ من الأصل. والأمر هنا يتجاوز بكثيرٍ تراث النص، وذلك لدور نص بني موسى في تاريخ

هذا الفصل من الرياضيات، فلقد قرأه واستلهمه فحول الرياضيين من أمثال ثابت بن قرة والماهاني، وابن الهيثم.

ما هو إذاً الطريق للاقتراب إلى النص الغائب في مثل هذه الحال؟ هذا هو مقصد المحقق للتراث المخطوطي. والمحقق لا خيار له في الطريق الذي يمكّنه من بلوغ هذا الهدف. عليه أولاً أن يعرف بدقة تامة ماذا عنى نصير الدين نفسُه بكلمة «تحرير»، وما هو أسلوبه فيه. هل التحرير في القرن السادس هو تفسيرٌ للكتاب المُحرّر أم شرحٌ له أم كتابتُه بعين ألفاظه أم تلخيصه، إلى آخر هذه المعاني الممكنة. فعندما نعرف ماذا عني الطوسي بالتحرير فعندئذٍ نستطيع أن نستشف ما أدخله في كتاب بني موسى، وما أخرجه منه، وما بدّله فيه. لم يكلفْ نصيرُ الدين الطوسي نفسَه همَّ الإجابة عن السؤال، ولم يأخذ غيرُه على عاتقه البحثَ في هذا حتى يومنا هذا، على الرغم من أهمية الأمر لكل من يعمل على التراث المخطوطي. وواضح على تصاريف الأحوال أن لا مفر من البدأ بدراسة التراث المخطوطي لتحرير نصير الدين الطوسي حتى يمكن تقدير موقعه من النص الأصلي. ولكن ههنا سيقابل المحقق عقبات جمة، أوّلها هي حصر وإحصاء مخطوطات التحرير؛ ففهارس المخطوطات الإسلامية هي في أغلب الأحيان لا تزيد على قوائمَ بأسمائِها، وهي أبعدُ من أن تكون شاملةً جامعةً. ولو فرض أن محققنا هذا أمكنه مثل هذا الإحصاء، فلن يمكنه الحصول على صور لها وخاصة تلك المخطوطات المحفوظة في البلدان الإسلامية. على كل حال استطعنا الحصول على خمس وعشرين مخطوطة من تحرير الطوسي بعد لأي وجهد ومشقة، وهو عدد معقول لكتابة التاريخ المخطوطي للتحرير، وللكشف عن التقاليد النسخية، ولرسم شجرة انتماء المخطوطات. واتبعنا في هذا البحث نهجًا أقمناه منذ ثلاثة عقود لدراسة التراث المخطوطي. وهذا النهج يستلهم ما طُوّر من قبل لدراسة النصوص اليونانية واللاتينية، وما استقيناه من فنون علم الحديث وعلم الرجال لمراعاة خصائص التراث الإسلامي والتراث العربي. وهذا موضوع محاضرة أخرى لن أدخل فيه الآن.

ولم يكن لدراسة التاريخ المخطوطي أن تتم بدون معرفة التراث المفهومي أيضًا، أعني مفاهيم الرياضيات الأرشميدسية وما طوّر منها في القرن الثالث

لبيان ما الصحيح، وما الحسن، وما الضعيف، وما الموضوع الذي علينا استبعاده من هذا الإرث المخطوطي. ولخصنا هذه الدراسة في شجرة الانتماء.

هذه الخطوة الأولى على الطريق وهي خطوة تمهيدية ضَمَنْت لنا أصالةَ تحرير الطوسي وأمّنت نقطةَ الانطلاق بدون أن تساعدنا بعدُ على الاقتراب من النص الغائب. ولكي يتم هذا لا بد من العثور على آثار أخرى لكتاب بني موسى، أو بعبارة أخرى على شهود آخرين رأوا عياناً هذا الكتاب. فبعد حوالى عقدين من البحث والتفتيش كتب لنا التوفيق واهتدينا إلى شكلين من كتاب بني موسى استشهد بهما مؤلف مجهول من القرن السادس في مخطوطة وحيدة لم تدرس قبلُ من مخطوطات حيدراباد الهند. وهكذا أصبح بين أيدينا جزء من النص الأصلي يمكن مقارنته بما حرّرَه الطوسي. وأدّت هذه المقارنة إلى صنفين من النتائج، يتعلق الأول منهما بعلاقة التحرير بالأصل، ويخص الثاني المسألة العامة، وهي هذا النوع الأدبي الجديد الذي ترعرع في القرن السادس وهو تحرير النصوص العلمية.

قد يشكّ البعضُ في نتائج هذه المقارنة وينكرونَها قائلين إنها تقوم على شكلين فقط من كتاب يتضمن ثمانية عشر شكلاً. وهب هذا الاعتراض مقبولاً، وإن كنت لا أظن ذلك، عندئذٍ علينا الرجوع إلى الترجمة اللاتينية لكتاب بني موسى، هذه الترجمة التي كانت من أسس البحث والتعليم في أوروبا العصر الوسيط.

تُرجم كتاب بني موسى إلى اللاتينية مرتين، إحداهما وهي ترجمة رديئة قام بها أفلاطون التيفولي، والأخرى وهي نقلٌ جيد قام به جيرار الكرموني، وإن كان ينقصه شكل ميكانيكي أو حيلي، صعب على جيرار فهمُه. أصبح من المتيسر إذاً مقارنةُ نقل جيرار بنص تحرير الطوسي من جهة وبنص الشكلين من جهة أخرى. وبيّنت هذه المقارنات بوضوح تام حرفية نقل جيرار الكرموني لنص بني موسى من جهة ومعنى التحرير عند الطوسي من جهة أخرى. فالطوسي لم يغيّر قط بنية كتاب بني موسى، ولم يمس بنية البراهين الرياضية، ولم يخلط كلامَه بكلام بني موسى، وإنما لجأ إلى الاختصار، وذلك باستبعاده للفقرات التقديمية التي بيّن فيها بنو موسى أهدافَهم وأغراضَهم، وباستبعاد التكرار

والعبارات التي توحي بنفس المعنى، وباستبعاد ما بدا له غير لازم للبرهان. فالتحرير يهدف إلى نص مختصر أنيق مهيّأ للتعليم، فالطوسي يعيد تركيب الجمل الطويلة بإدخال أدوات الوصل اللازمة، ويحذف العبارات التقليدية لصياغة البرهان مثل: أقول، مثال ذلك، وذلك ما أردنا أن نبيّن. وبالجملة فهو يراعي روح النص، ويحتفظ بعبارته بدون أن يتقيّد بها.

انتهت هذه المقارنات بنا إلى الشهود على النص الغائب، فهو الآن أمام بصيرتنا بدون أن يكون بين أيدينا، نستطيع أن نتكلم عليه ونعرف أثره، وهذا هو الهدف، بل يمكننا الآن إرجاع اللاتيني إلى العربية، فنحن نعرف الآن كلمات بني موسى وعباراتهم وأسلوبَهم الرياضي.

ب - أما النوع الثاني من النص الغائب فهو ذلك النص الذي لم يصل منه إلا جزء محرر أو مترجم. وحتى نحتفظ باتساق العرض سنظل مع بني موسى ومع أصغر الإخوة الثلاثة، أعني الحسن بن موسى الذي شهد له الجميع بعبقريته الرياضية.

ألّف الحسن بن موسى كتاباً في القطع الناقص. وهذا الكتاب هو من أهم ما كتب في منتصف القرن الثالث في الرياضيات، ففيه يكشف عن طريق لم يطرقه أحدٌ من قبل في البحث في القطوع المخروطية. وأدى هذا النهج الجديد إلى الكشف عن حقل كامل لم يتوان الخلف في البحث فيه وهو حقل التحويلات الأفينية. استلهم ثابت بن قرة تلميذ الحسن بن موسى هذا الكتاب وذكره بما يستحقه من التبجيل، واستلهمه أيضاً حفيد ثابت بن قرة - إبراهيم بن سنان - وذكره كذلك أحمد بن محمد بن عبد الجليل السجزي في أواخر القرن الرابع. كان هذا هو كل ما نعرفه عن هذا الكتاب الذي لم يبق منه إلا عنوانه. ومع غياب هذا الكتاب أمسى من المستحيل التأريخُ للقطوع المخروطية، أعني لهذا الفصل الذي كان حينئذٍ في طليعة البحث الرياضي. وظل الأمر على هذه الحال حتى اهتدينا إلى ترجمة عبرية لجزء من كتاب الرياضي الأندلسي القرطبي المولد، الغرناطي الإقامة، المتوفي سنة أربعمائة وست وعشرين: أبو القاسم أصبغ بن السمح. ألّف ابن السمح كتاباً سمي بـ«الكتاب الكبير في الهندسة»، استعار فيه جزءاً من كتاب الحسن بن موسى. وضاع كتاب ابن

السمح مع ما ضاع. وأنقذ قالونموس بن قالونموس من أوائل القرن الرابع عشر الميلادي جزءاً من كتاب ابن السمح بنقله إياه إلى العبرية بعنوان « كتاب في الأسطوانات والمخروطات »، ويتضمن هذا الجزء واحداً وعشرين شكلاً، ويشاء الحظ أن يحتوي الجزء المترجم على ما أخذه ابن السمح من الحسن بن موسى. والسؤال إذاً هو: كيف يمكننا تعيين نص الحسن بن موسى عبر الترجمة العبرية لنص كتبه ابن السمح؟ فهنا يتعدد الوسطاء واللغات ممّا يزيد من وعورة الدرب. في هذه الحال يزداد أيضًا دور التراث المفهومي لبحث تراث النص. فالنهج هنا البدأ في البحث في تاريخ القطوع المخروطية في منتصف القرن الثالث، أعني قبل أن ينتهي هلال بن هلال الحمصي من ترجمة الكتب الأربعة الأولى من *مخروطات* أبلونيوس. ثم نتبع هذا بالتمحيص فيما أتى به تلميذ الحسن بن موسى، وهو ثابت بن قرة في هذا الأمر لتحديد ما أخذه من الحسن بن موسى. ثم نتبع هذا بالبحث اللغوي لمعرفة الكلمات العربية وراء الترجمة العبرية، وخاصة أن لغة المخروطات ستقنن فيما بعد، عند الانتهاء من ترجمة أبلونيوس. فبالجملة علينا إعادة بنية الكتاب للتميز بين الأصيل والدخيل، وعلينا أيضًا فحص اللغة لتمييز ما بقي من القرن الثالث وما جد بعد ذلك، إن كان هناك سبيلاً.

لا تقف أنواع النص الغائب على ما ذكرناه، ولكن هناك أنواع أخرى لا تقلّ عنها أهمية عند التفكير والبحث في تراث النص. ونُذكّر بها فقط مخافة الإطالة التي لن يتسع لها الوقت. فمن بين هذه الأنواع نجد النص الغائب الذي لم يصلنا منه إلا تكملة له. والمثل على هذا هو كتاب لابن سهل من القرن الرابع عالج فيه مؤلفُه بعضَ المسائل الرياضية وحلّلها تحليلاً هندسيًا بدون أن يرجع فيركّبها حتى يتمَ البرهان[1]. ثم أتى الشني من بعدهِ فركّب المسائل التي حلّلها ابن سهل. وضاع كتاب ابن سهل وبقي مقال الشني الذي مهّد لنا فهم الطريقة التي سلكها ابن سهل في تحليله وإعادة إقامة فحواه، وإن لم تكن بعين كلماته.

[1] R. Rashed, *Géométrie et dioptrique au Xᵉ siècle,* Paris, 1993; *Geometry and Dioptrics in Classical Islam*, London, al-Furqān, 2005.

وهناك أيضًا النص الذي يقرُ مؤلفه أنه قد أضاعه. والمثال على هذا هو ما ألّفه ابراهيم بن سنان في *مساحة القطع المكافئ*. رجع ابن سنان مرة أخرى لإصلاح كتابه الأول وتنقيحه فكتب رسالةً ثانية في نفس الموضوع ونبّه إلى ضياع الأولى[2]. ووجود الرسالة الأولى يهم كل من يريد تتبع فكر ابن سنان الرياضي وتطوره.

وقد صاحبنا التوفيق وعثرنا أخيراً على هذه الرسالة التي فقدها ابن سنان في منتصف القرن الرابع مما ساعدنا على فهم معايير وقيم تحرير النص الرياضي في هذا العصر.

بعد هذا العرض الخاطف، فلنشرع الآن في الكلام على صنفٍ آخر وهو النص المستتر.

٢ - النص المستتر

قد يحدث أن يسترَ نصٌ نصًا آخر عن عمد، أو على سبيل الصدفة فلا يُعرف الأول باسم مؤلفه، ولكن باسم مؤلف النص الساتر، وهنا يكثر الخبطُ والخلطُ في تراث النص وفي تراث المفاهيم وفي تاريخ كل منهما. وأنواع السترِ غيرُ المتعمد كثيرة، يرجع بعضها إلى خطأ النساخ أو إلى خطأ مجلدي المخطوطات أو إلى حوادثَ أخرى عديدة. أما أنواع الستر المتعمد فقد تكون علّتها «السرقات»، وقد تكون لأسباب تجارية. والحديث عن كلّ هذا طويل وشائك، ولم يبدأ بعد البحث فيه. وسأقتصر هنا على مثال واحد لبيان خطورة هذا الأمر.

كتب أحمد بن عيسى، وهو من مؤلفي القرن العاشر كتابًا في المناظر سماه «كتاب المناظر والمرايا المحرقة». ونُسخ هذا الكتاب مرات، أحدها بالحروف العبرية. ومّما يجب التنبه إليه عند قراءة هذا الكتاب هو قِدَم لغته. هذا ما انتهى إليه أحد مفهرسي مخطوطات اسطمبول وهو الألماني Krause، ومن ثم ظن أن تأليف هذا الكتاب يرجع إلى منتصف القرن الثالث الهجري.

---

[2] R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IXᵉ au XIᵉ siècle* .Vol. I : *Fondateurs et commentateurs: Banū Mūsā, Thābit ibn Qurra, Ibn Sinān, al-Khāzin, al-Qūhī, Ibn al-Samḥ, Ibn Hūd,* London, al-Furqān, 1996, Chap. III.

وتبع Krause فيما بعد جُلّ المؤرخين الذين لم يدرسوا هذا الكتاب دراسةً متأينة. هذا ما كان عليه الأمر حتى وفقنا للكشف عن نصوص عدة كتبها أبو إسحق الكندي تضمّنها كتاب ابن عيسى. واحتدّ الأمر عندما اهتدينا أخيراً إلى سفر ضخم للكندي ظل مجهولاً لعدة قرون عنوانه «في تقويم الخطأ والمشكلات التي لأقليدس في المناظر»؛ ففي هذا السفر يشرح الكندي لأول مرة في التاريخ شرحًا نقديًا مناظرَ أقليدس. وبمقارنة كتاب ابن عيسى وهذا السفر تبين بما لا يدع للشك مجالاً أن ابن عيسى قد أخذ ما لا يقل عن خُمسِ سفر الكندي بدون أن يذكر اسم هذا الأخير، بل أبدله بالعبارة التالية «قالت الفلاسفة وأقليدسُ معهم ومنهم»[3]. وبالفحص الدؤوب تبيّن لنا أيضًا أن كتاب ابن عيسى يتضمن نصوصًا أخرى من مؤلفات الكندي، وخاصة أجزاءً هامة من كتاب هذا الأخير «في اختلاف المناظر في المرايا» الذي لم يعثر عليه بعدُ، وهو أول ما كتب في العربية في هذا المجال - وهكذا ستر كتاب ابن عيسى العديد من مؤلفات الكندي وأخفاها لأكثر من ألف سنة. ومن المعروف لنا جميعًا مدى اهتمام النقاد العرب القدامي «بالسرقات» الشعرية خاصة، وكم شارك البحث في هذا الباب في تطوير نقد النصوص الأدبية والشعرية. وواضح أن علينا الآن البحث في «السرقات» العلمية لتطوير فن تراث النص المخطوطي العلمي. ولقد بدأنا فعلاً البحث في هذا الباب عند تحقيقنا لكتب المناظر في القرن الثالث الهجري المترجمة من اليونانية والمؤلفة بالعربية والتفكير على المنهج اللازم لإظهار المستتر.

٣ - النص المبتور

من الملاحظ في التراث المخطوطي أن الكثير من أمهات الكتب انتهى إلينا مبتوراً، ينقصه فقرات أو ورقات ربما تطول إلى أجزاء كاملة بل ربما إلى فصول. وعادة ما حدث هذا البتر أثناء النسخ، وله أشكال عدة وأسباب مختلفة، لا أريد الخوض فيها. هذا هو أمر كتاب الكندي في الشعاعات، وكتاب ابن

[3] R. Rashed, *Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī*, vol. I: *L'Optique et la catoptrique*, Leiden, E.J. Brill, 1997.

سهل في الحرقات، وكتاب القوهي في صنعة الأسطرلاب بالبرهان، وكلها من أهم ما كتب في حقله. فكتاب الكندي هو أول ما كتب في العربية في المرايا المحرقة[4] يأخذ فيه الكندي من السلف من أمثال أنثميوس الترالي ويصحّحه ويزيد عليه. أما كتاب ابن سهل[5] فهو أول كتاب في تاريخ علم المناظر تصاغ فيه النظرية الهندسية للعدسات والقانون المعروف باسم قانون سنل في الانكسار الضوئي. أما كتاب القوهي[6] فهو أيضًا أول كتاب في تاريخ الرياضيات تُدرس فيه الإسقاطات الهندسية كفرع رياضي. هذه بعض أمثلة يمكن أن نضيف إليها كتبًا أخرى من الطبقة الأولى من تأليف ابن الهيثم في الهيئة، ومن تأليف ابراهيم بن سنان في آلات الأظلال. ومن الواضح أن كل هذه النصوص المبتورة تخص فصَّ ما كُتب بالعربية في العلوم الرياضية وجوهره. ومن ثم لا يمكن لمن يريد التفكيرَ على التراث المخطوطي العلمي إلاّ أن يهتم بها. فهذه النصوص تنقسم إلى أنواع بحسب صِنف البتر وإمكانيةِ الترميم.

والنوع الأول من البتر هو الذي يقطع جزءاً أو أجزاءً من وسط النص نفسه. ومثال ذلك كتاب الكندي في الشعاعات، فلنقفْ عنده قليلاً. ألّف الكندي كتابًا «في الشعاعات» فيه يعرض لأول مرّة بالعربية نظريته في المرايا المحرقة وأنواعها. ونلفت النظر إلى أن هذا الكتاب هو بدايةٌ لتيار كامل في البحث في المرايا catoptrics ولم يُعرف لهذا النص إلا مخطوطة واحدة في بتنا في الهند. نقلها في القاهرة ناسخٌ مجهول سنة ثمانمائة وتسعين. والمخطوطة مبتورة في أكثر من موضع، صعبةُ الفهم، فلم تلق ما تستحقه من الاهتمام، واستبيح الكلام فيها وعليها بدون الحق. كان الأمر على هذا حتى حققناها فيما حققناه من رسائل الكندي في علم المناظر. وتبين عندئذٍ أن موضع البتر الأول في المخطوطة هو بعد ستة أسطر من بدايتها [صورة ٤-ا و٤-ب] وتنبه ناسخ المخطوطة فترك بقية الصفحة بيضاءً. أما موضع البتر الثاني فهو بين الشكل

---

[4] R. Rashed, *L'Optique et la catoptrique*, p. 360-422.

[5] R. Rashed, *Géométrie et dioptrique au X^e siècle.*

[6] R. Rashed, *Géométrie et dioptrique au X^e siècle.*

الخامس عشر والشكل السادس عشر وهو الأخير. وهنا أيضًا تنبه الناسخ وترك فراغًا [صورة من المخطوطة(٥-ا) وصورة من التحقيق (٥-ب)] والبتر الأخير أضاع نهاية شكل وبداية شكل آخر، ولهذا اختلط الأمر على البعض، فظنوا أن الشكلين هما شكلٌ واحد.

وتشاء الظروف أن نكتشف قبل تحقيق مخطوطة الكندي الترجمةَ العربية لنص أنثميوس الترالي مما ساعدنا على سد جزءٍ كبيرٍ من الثغرة الأولى، واقترحنا خلال دراستنا لتراث الفكر المناظري كتابة فقرة سدت الثغرة الثانية.

وبعد أن ظهر كتابنا عن أعمال الكندي في المناظر بشهرين تشاء الصدفة أن نعرف بوجود مخطوط آخر لهذا النص *في الشعاعات* نفسه في إحدى المجموعات الخاصة. وغمرنا من يملك هذه المجموعة بفضله فأرسل لنا صورة بالألوان على ورق مصقول من هذه المخطوطة. وهذه المخطوطة هي أقدم مخطوطة علمية عربية، وتم نسخها في شوال سنة ٢٩٠، أي بعد وفاة الكندي بثلاثة عقود على التقريب. ونقرأ في آخر هذه المخطوطة بخط آخر ما يلي «نقلت منه نسخة بخطي داعيا لمالكه بطول البقاء في ذي القعدة الحرام سنة ٨٩٠ هجرية وكتبه عمر بن عبد العزيز الفيومي». وهكذا نعرف أن المخطوط التي عملنا عليها قد نسخت على هذه المخطوطة، وبالمقابلة بين المخطوطين نعرف أيضًا أنها نسخت منها وحدها. وهنا يتضح لنا سبب البتر، فلقد ضاعت ورقة استطعنا إعادة ترميم جزءٍ كبيرٍ منها من أول الكتاب، كما ضاعت ورقة أخرى قبل الآخر بقليل استطعنا ترميمَها. فمن الواضح إذن أن البتر كان قد تم قبل سنة ٨٩٠ وذلك بفقد ورقتين من المخطوطة القديمة.

ويبين هذا المثال بصورة تجريبية إن صح التعبير، العلاقةَ الوثيقة بين تراث النص وتراث الفكر في محاولة ترميم النص للوصول به إلى أقرب ما يمكن أن يكون من هيئته الأولى.

أما النوع الثاني من البتر فيكون بانتزاع ورقات من المخطوطة بدون مراعاة الاتساق، ويبدو هذا البتر مقصوداً لأسباب مختلفة. فلنأخذ مثلاً على هذا النوع من كتاب العلاء بن سهل من علماء القرن الرابع في الحرقات. وكما سبق أن ذكرتُ يُعتبر هذا الكتاب من أهم ما كتب بالعربية في علم المناظر،

وخاصة في نظرية الانكسار، ولا يمكن بحال فهم ما أتى به ابن الهيثم بدون معرفة ما قام به ابن سهل في هذا الشأن.

وصَلَنا كتاب ابن سهل هذا في مخطوطة وحيدة بخط أحمد بن جعفر الغُنْدجاني، وبتشكيل علي بن يحيى المغربي ابن عالم الهيئة المعروف، وهي مخطوطة في ست وعشرين ورقة. وانتهت إلينا هذه المخطوطة مبعثرةً مبتورةً في نفس الوقت. كان علينا أولاً إعادة ترتيب أوراقها حتى يمكن اكتشاف بنية كتاب ابن سهل النظرية. وأعدنا ترتيبها على الصورة التالية:

١ظ ←— [١٤و - ١٦ظ] ←— [١٣و-ظ] ←— [٢و - ١٢ظ] ←— [١٧و-٢٦و]

فالبتر الأول هو بين ١ظ و١٤و، والبتر الثاني هو بين ١٦ظ و١٣و. فمن الواضح إذن أنه قد انتزع من المخطوطة عشر ورقات. ولم تنزع هذه الورقاتُ على سبيل الصدفة ففيها يدرس ابن سهل مرآة القطع المكافئ ومرآة القطع الناقص. ومن ثم يبدو أن انتزاعها كان عملاً مقصوداً متعمداً قام به أحدُ القرّاء الشغوفين بهاتين المرآتين. ولم يهتم أو يفطن هذا القارئ إلى أن الأوراق المنتزعة كانت تتضمن بحثًا رياضيًا آخر وهو الرسم المتصل لهذين القطعين المخروطين.

أدّت دراسة تراث الفكر إلى معرفة ما بُتر ومكانِه من النص ومضمونِه العلمي أيضًا. بقي إذاً أن نعود إلى تراث النص حتى نتحقق مما هدانا إليه تراث الفكر ولمعرفة إن كنا أصبنا أو أخطأنا. فدراسة المخطوطات يمكنها بهذا النهج أن تصبح دراسة علمية خاضعة للتجربة والتحقق. كان علينا إذاً العودة إلى البحث في المجموعات المخطوطية المختلفة عن مؤلفات ابن سهل والرسائل التي تعالج المرايا المحرقة. وأسعفنا الحظ بالعثور على نص آخر من مجموعة فلسفية من مجاميع ظاهرية دمشق، مكّننا من سدّ الثغرة الأولى. فلقد أقمنا الدليل على أن مخطوطة دمشق هي جزء من كتاب ابن سهل بخط قاضي بغداد ابن المرخَّم من القرن السادس.

أما النوع الثالث من النص المبتور فيرجع إلى حدث تم أثناء النسخ، وغمره التاريخ بالنسيان. هذا ما يمثله كتاب أبي سهل القوهي «في صنعة الأصطرلاب بالبرهان» الذي قلنا عنه إنه يُعد من أول الكتب التي بحثت في

الإسقاطات الهندسية لذاتها. ولا نعرف لهذا الكتاب إلا مخطوطةً واحدة في جامعة ليدن. ولقد فقد عدة فصول من الجزء الثاني، وبتر مقطع كبير من الشكل السادس من الفصل الثاني من الجزء الثاني من الكتاب. وينتمي هذا الكتاب إلى مجموعة رياضية من أهم المجموعات المخطوطية العلمية، وإن كانت حديثة النسخ. تمّ نسخُ هذه المجموعة في القرن السابع عشر الميلادي بأمستردام وذلك للسبب التالي؛ ففي هذا القرن اهتم المتشرق الهولندي Golius كالعديد من المستشرقين الأوروبيين بالمخطوطات العربية العلمية. كان Golius هذا أستاذاً للرياضيات في هولندا وأحدُ مراسلي ديكارت. وساهم Golius بنشاط جمّ في جمع المخطوطات العلمية العربية ونقلها إلى هولندا، واستعار ما لم يمكنه شراؤه من المخطوطات، وطلب نسخه من عربي مقيم حينئذٍ بمدينة أمستردام، إذ رفض بعض الشرقيين بيع مخطوطاتهم وقبلوا إعارته إياها. ومن بين ما نُقل مجموعة ليدن الشهيرة التي تتضمن العديد من نفائس الرياضيات والعلوم. أما عن المخطوطة الأصل التي أرجعت إلى أصحابها في سورية فلقد استطعنا إقامة الدليل القاطع أنها الآن في مكتبة جامعة كولومبيا في مجموعة Smith. كانت هذه المجموعة تتضمن كتابَ القوهي الذي اختفى بعد نسخه في أمستردام. وهكذا لم تعد هناك حيلةٌ إلى اللجوء إلى النسخة الأصل لسد الثغرات ولإصلاح ما أصاب المخطوطة بعد البتر. والنهج لسد الثغرات يرتكز على الدعائم التالية: أولاً الدراسة المتأنية والدقيقة للإرث المفهومي الرياضي أو العلمي لتحديد ما نقص ومعرفةِ فحواه من أجل إعادة كتابتَه، ثانياً الدراسة اللغوية الفاحصة لمعرفة قاموس كلمات المؤلف فيما تبقى من النص وفي باقي رسائله، وكذلك الدراسة المتقنة لتراكيب عباراته ولأسلوبه حتى تكون الصياغة الجديدة أقرب ما تكون إلى نفس كلماته وفي أسلوبه، ثالثاً تتبع مؤلفات خلفائه بحثاً عن استشهادات أو تعليقات قد تعيننا على إتقان الصياغة الجديدة مع التزام الحذر والأمانة[7].

والنوع الرابع من النص المبتور هو الذي ضاع جزء أو أجزاء منه. هذا ما رأيناه سابقاً في كتاب القوهي الذي فُقدت فصول عدة من جزئه الثاني. والأمثلة

[7] R. Rashed, *Géométrie et dioptrique au Xᵉ siècle.*

على هذا كثيرة فعلى سبيل المثال فقدت الكتب الثلاثة الأولى من الترجمة العربية من «صناعة الجبر» لديوفنطس من ترجمة قسطا بن لوقا[8]؛ وكذلك ضاع الجزء الثاني والثالث من كتاب ابراهيم بن سنان في *آلات الأظلال*. وشتان ما بين هذين المثالين. ولبيان هذا فلنقل عليهما باختصار شديد. ترجم قسطا بن لوقا سبع مقالات من كتاب ديوفنطس في المسائل العددية وسمّاه «صناعة الجبر». وعندما وفقنا للعثور على هذه الترجمة منذ أكثر من ربع قرن لم نجد منها إلا أربع مقالات فقط. ومن حسن الحظ أن الرياضي المشهور من أواخر القرن العاشر أبو بكر الكرجي كان قد لخّص المقالات الأربع الأولى في كتابه «الفخري»، واستشهد أيضًا السموأل المغربي من القرن الخامس ببعض المسائل من المقالات الثلاث الأولى، وأيضًا أشار أبو جعفر الخازن إلى مسألة هامة من المقالة الثالثة. مكّننا كل هذا من تحديد مسائل المقالات الثلاث الأولى التي بُترت من الكتاب. وساعدنا على هذا أيضًا وجود النص اليوناني - الذي لم يسلم من التشويه - لهذه المقالات بعينها. وأخيراً عند قراءتنا لأحد شرّاح الكرجي استطعنا أن نثبت، بما لا يدع للشك مجالاً، أن المقالات الثلاث الأولى قد بترت في القرن السابع عشر الميلادي[9]؛ وأمدّنا هذا الشارح أيضًا ببعض الفقرات التي نقلها من ترجمة قسطا بن لوقا للكتب الثلاثة الأولى. فمن جهة ما زال النص اليوناني - مع بعض التشويه - بين أيدينا، ومن جهة أخرى هناك شرح الكرجي واستشهادات الخازن والسموأل والشارح الأخير، ومن جهة ثالثة هناك الجزء الأكبر من الترجمة أعني الأربع مقالات الأخيرة. كل هذا يسمح لنا بمعرفة محتوى الجزء المبتور بدقة وبنيته ولغته. بل يمكننا أن نذهب إلى أبعد من ذلك بكثير أعني أنه يمكننا إعادة كتابته لو أردنا. وبعبارة أخرى أمسى ممكنًا بفضل تراث الفكر والتراث اليوناني والتراث العربي للنص التعرف عليه بل إعادة رسمه لو لزم ذلك. ولقد أعطينا أمثلة عديدة على ذلك.

---

[8] Diophante, *Les Arithmétiques*, texte établi et traduit par R. Rashed, 2 vol., Paris, Les Belles Lettres, 1984.

[9] R. Rashed, «Notes sur la version arabe des trois premiers livres des *Arithmétiques* de Diophante, et sur le problème 1.39», *Historia Scientiarum*, 4-1, 1994, p. 39-44.

والأمر غير الأمر للصنف الثاني الذي مثّلنا عليه بكتاب ابراهيم ابن سنان في آلات الأظلال. كتب ابراهيم بن سنان هذا الكتاب في ثلاثة أجزاء، بتر منهما معظم الجزء الثاني والجزء الثالث كلُّه. وكل ما نعرفه عن هذا الجزء المبتور هو ما قاله عنه المؤلف نفسه في تقديمه لكتابه، وكذلك ما كتبه ابن الهيثم فيما بعد عند نقده لإحدى قضايا الجزء المفقود. في هذه الحال يضعف الأمل في الاقتراب من نصّ المؤلف. ولا حيلة لنا في هذا لفقر تراث النص الشديد، وسيظل الطريق مسدوداً إلا إذا وفقنا يوماً ما إلى العثور على نسخة مخطوطية أخرى من النص أو شرحٍ له.

٤ - النص المختزل أو الملخّص

يحدث أحيانًا أن يتدخل أحد النساخ في النص لاختزاله واختصاره. وهنا يثار إشكالٌ قابله من قبلُ أصحابُ الحديث، أعني جواز اختصار الحديث، وبأي شرط حتى لا يزول عن النص صحته. فنحن نعرف على سبيل المثال من الحافظ ابن حجر في شرح النخبة أنه قال «أما اختصار الحديث فالأكثرون على جوازه بشرط أن يكون الذي يختصره عالمًا، لأن العالم لا يُنقصُ من الحديث إلا ما لا تعلقُ له بما يبقيه منه، بحيث لا تختلفُ الدلالة، ولا يختلُّ البيان، حتى يكون المذكور والمحذوف بمنزله خبرين، أو يدلُّ ما ذكره على ما حذفه؛ بخلاف الجاهل، فإنه قد ينقص ما له تعلُّقٌ، كترك الاستثناء».

واستشهادي بنص ابن حجر هو لبيان أهمية الأمر عند المحدثين. ومن الطبيعي والمتوقع أن يثار السؤال عندما نهدف إلى إقامة فرع جديد وهو تراث النص العربي العلمي. والسؤال إذاً هل يجوز لنا أن نعتبر النص صحيحًا وثقةً بعد اختصاره واختزاله من قبِل أحدُ النسّاخ. وتزداد صعوبة هذا السؤال في ميدان التراث المخطوطي العلمي عنها في حقل الحديث. وذلك لسببين على الأقل: أولُهما وجودُ علم الرجال والرواة لتمييز الثقة ممن هو أقل، ولمعرفة العالم ممن هو أقل علمًا، وثانيهما أن الاختصار كما بيّنه ابن حجر وغيرُه لا يتعلق إلا باللغة. والأمر على خلاف الأمر في حقل المخطوطات العلمية. فحتى يومنا هذا لم يُهتم بعدُ بعلم الرجال والنسّاخ وميادين تخصصهم. ومما يزيد الأمرَ صعوبةً أن

هؤلاء النسّاخ لم يكونوا من أبناء طبقة أو مهنة معيّنة أو مميزة كما كان الأمر في أوروبا في العصر الوسيط. فمن بين النسّاخ نجد الرياضيين الأفذاذ مثل السجزي وابن الهيثم، ونجد أيضًا الرياضيين من طبقة أدنى مثل قاضي زاده أو محمد بن سرتاق المراغي، ونجد القضاة مثل ابن المرخَّم السابق الذكر، ونجد المتصوفة مثل المولى داود القيصري القرماني، ونجد كتّاب الدووابن ممّن لهم مران في العلوم الرياضة مثل مصطفى صدقي، ونجد أيضًا هؤلاء الذين لا يدرون شيئًا عمّا ينسخونه. فعلينا الآن الحذر الشديد حتى يؤسس علم النسّاخ. أما السبب الثاني فهو أن النص الرياضي أو العلمي على خلاف الحديث الشريف كُتب بلغة تقنية لا يُحرص فيها كثيراً على الصيغ البلاغية، ويتضمن أيضًا جداولَ ورسومًا هندسية عديدة مما يغيّر إلى حد ما طبيعة الاختزال والاختصار. وقبل أن ننتهي إلى حكم في هذا الأمر فلنأخذ مثالاً وهو مثال كتاب شرف الدين الطوسي «في المعادلات» من القرن الخامس[10].

وكتاب الطوسي هذا هو أهم ما كتب في العربية في الجبر وأصعبه منالاً، ففيه يعرض الطوسي لما ورثه ممّن سبقه في نظرية المعادلات الجبرية ليزيده إحكامًا ويقينًا، وفيه أيضًا يأخذُ سُبل من خَلفهم ليبلغ بها نهايتها، وفيه كذلك يأتي الطوسي بما لم يأت به من ورثَهم. وصل الطوسي في كتابه هذا إلى منهج روفني–هورنر في الحل العددي للمعادلات الجبرية، وصاغ نظرية كاملة لتبرير هذا المنهج، وصاغ هذه النظرية باللغة الطبيعية بدون اللجوء إلى لغة رمزية. وفي هذا الكتاب أيضًا شارف الطوسي بدايات التحليل الرياضي وانتهى إلى مفاهيمَ ونتائجَ جزم المؤرخون من قبل أنها من بنات أفكار رياضيي القرن السابع عشر.

وعند بحثنا عن كتاب الطوسي هذا لم نجد له إلا نسخة خطية واحدة بالمكتب الهندي بلندن تمّ نسخها سنة ١١٩٨ هـ – ١٧٨٤ م وبيّنا أن هذه النسخة بخط أحد نسّاخ حيدرآباد الذي نسخ العديد من المخطوطات الرياضية والفلكية. وترددنا كثيراً في تحقيق هذه المخطوطة الصعبة خوفًا من تاريخها

---

[10] R. Rashed, *Shāraf al-Dīn al-Ṭūsī, Œuvres mathématiques. Algèbre et géométrie au XIIe siècle*, 2 vol., Paris, Les Belles Lettres, 1986.

المتأخر، واحتمال تضمنها ما لم يكن في أصلها. وظل الأمر على هذا سنوات إلى أن وفقنا إلى العثور على الأصل الذي عنه نقلت مخطوطة المكتب الهندي. وهذا الأصل هو نسخة خطية مجهولة المؤلف لضياع الأوراق الأولى نسخت في القرن السابع الهجري، ثم عثرنا بعد ذلك على فقرة أخرى من إحدى مخطوطات مكتبة البندقية. أصبح من الممكن إذن تحقيقُ هذا النص الصعب، وهذا ما تم. ويبدأ هذا النص بالعبارة التالية «فإني قصدت في هذا الكتاب تلخيص صناعة الجبر والمقابلة وتهذيبَ ما وصل إليّ من كلام الفاضل الفيلسوف الأعظم شرف الدين المظفر بن محمد الطوسيّ، وتحويلَ كلامه من إفراط التطويل إلى حد الاعتدال. وأسقطت الجداول التي رسمها في عمل الحساب واستنباط المسائل، لبعده عن الطبع واستدعائه طولَ الزمان الموجب للمَلال، وتثبيتَ كيفية استخراج المسائل بالتخت، وجمعت بين العمل والبرهان، وسميته بالمعادلات.»

وإنه لأمرٌ خطير إن صح قول هذا المجهول بحذافيره، وخاصة أننا لا نعرف عنه شيئًا، ولا نعرف إن كان من أهل العلم أم لا. في هذه الحال علينا أن نسأل عن مدى هذا التلخيص، وهل أمكن المجهولُ ذلك؟ وللرد على هذا السؤال علينا أن نقارن كتاب الطوسي بما انتهى إلينا من كتبه الأخرى مقارنة لغوية ورياضية.

حرّر الطوسي رسالة أخرى «في الخطين اللذين يقربان ولا يلتقيان»، وعالج الطوسي الموضوعَ نفسه في كتابه «في المعادلات». ومن ثمَّة، فمقارنة النصين هامة لتوضيح مدى التلخيص. وهذه المقارنة تثبت بما لا ريب فيه أنهما يتضمنان نفس الأشكال الرياضية بل نفس الجمل والتعابير في أغلب الأحيان. وهذا الدليل يثبت لنا أن الناقل المجهول لم يمكنه في أغلب الأحوال إلا أن يتبع شرف الدين الطوسي عند كلامه على الأشكال الرياضية وبراهينها، ويقوم بنقله. وكيف يمكن غيرُ ذلك! والنظر المتفحص لبنية نص الطوسي نفسهِ وتتابع فصوله، من مقدماتٍ احتاج الطوسي إليها فيما بعد، ومن بحثٍ في معادلات القطوع المخروطية وعملها، ومن تصنيفٍ للمعادلات وحلّ كل واحدة منها، ينتهي بنا هذا كلّه إلى أن هذا المجهول لم يمكنه تلخيص أو تهذيب شيئًا من هذا. فمقارنة

أجزاء النص بعضها ببعض - أي النقد الداخلي للنص - تبين بيانًا واضحًا أن ذلك المجهول لم يكن أمامه إلا نقلُ ما كتبه الطوسي. ويبدو أنه حذف فاتحة لكتاب الطوسي شرح فيها هذا الأخير مقصدَه وسبيلَه. ويحملنا على هذا الاعتقاد بدء الطوسي بالأشكال الرياضية رأسًا بدون التمهيد لذلك، ولا سيما أن كتابه هذا من مطولات الجبر العربي، إن لم يكن من مطولات الرياضيات بأجمعها. ومما لا شك فيه أيضًا أنه حذف الجداول التي أقامها الطوسي للحل العددي للمعادلات، مما جعل فهمَ كتابه ممتنعًا على الباحثين. فالطوسي لم يتوان في كل معادلة عن إقامة الجداول العددية، وشرح عمل الجداول المناسبة للمعادلات، إلا أنه من الصعوبة بمكان تصور ذلك العمل بعد حذف «المجهول» لتلك الجداول.

من الواضح إذاً أن النقد الداخلي للنص يرتكز في نفس الوقت على تاريخ النص وكذلك على تاريخ الفكر الرياضي. وهذا العمل لا غناء عنه لمعرفة مدى الاختزال ولدرء أضرارِه مما ألزم هنا بإعادة بناء الجداول وتكمله ما اختزل للانتهاء إلى أقرب صورة ممكنة من النص الأصلي. وهنا أيضًا على المحقق أن يكون هو نفسه عالمًا بالألفاظ، خبيراً بما يحيل معانيها، فاهمًا موضوع الكتاب ومرادهِ من غير غُلوٍ ولا تقصير.

٥ - النص الكامل الوحيد المخطوط

كثيراً ما ينتهي إلينا نص أساسي في مخطوط واحد لم يكتبه مؤلف هذا النص وإنما نقل عن أصل مفقود. وبيّنٌ أن هذا الأمر يثير مسألة صحة النص والثقة فيه. هل نأخذ هذه المخطوطة على ما هي عليه حجةً على النص وما هي الشروط اللازمة التي علينا اعتبارها حتى لا نردَّ النص؟ وللدلالة على خطورة السؤال فلنذكّر أن من هذه النصوص الوحيدة المخطوط نص ثابت بن قرة «في مساحة الأسطوانة وقطوعها» وهو من أهم ما كتب في التحليل الرياضي، وكتاب الخازن في شرح المقالة الأولى من كتاب *المجسطي* لبطلميوس، وهو أيضًا من مؤسسي التحليل الرياضي بالعربية، وكتاب أبي كامل شجاع بن أسلم في الجبر، وكتب أخرى لابن الهيثم والخيام وغيرهم، مما يعني أنه إذا رددنا النصوص الوحيدة المخطوط، رددنا الكثير من أمهات الكتب العلمية وإذا قبلناها بدون

امتحان وتمحيص فقد نجاوب الصواب. وهذه المسألة تحتاج إلى عناية وتحقيق، وهذا مما لم يناقش بعدُ.

ولنذكر أولاً ما يحتج به إن كانت الحال هذه الحال:

١ - أن يكون الكتاب مذكوراً عند كتاب الطبقات أو عند العلماء الأوليين

٢ - أن يوجد تقليد نصي آخر من شروح أو تحرير أو غيرهما يوافق النص

٣ - أن توجد ترجمة أو ترجمات مبكرة نسبيًا إلى لغات أخرى فارسية أو لاتينية أو غيرها لهذا النص

٤ - أن يكون النص مرتبطًا بصورة ما بما كتبه المؤلّف في كتب أخرى، أو أن يكون بحثًا طور فيه المؤلف الجديد على نهج قريب من نهجه في الكتب الأخرى يظهر فيه أسلوبه وطريقته

٥ - أن تكون لغة النص هي لغة المؤلّف في رسائله الأخرى. هذه المعايير ومثلها تحتاج إلى بحث عميق لا يمكن تفاديه. ولهذا الجنس أنواع نذكر بعضها.

- النوع الأول منها هو النص الذي يدعمه تقليد نصي آخر، أعني ما يسمّى بالتقليد النصي غير المباشر. وينتمي إلى هذا النوع نص ثابت بن قرة الذي سبق أن ذكرناه. فلقد حرّر ابن أبي جرادة من القرن السادس هذا النص: وبمقارنة نص ثابت وتحرير ابن أبي جرادة يتضح لنا صحة مخطوط النص.

- النوع الثاني هو ما له ترجمة في لغة أخرى، وذلك مثل الترجمة اللاتينية والترجمة العبرية لكتاب أبي كامل شجاع بن أسلم في الجبر. وكلتا الترجمتين تمثلان تقليدين غير مباشرين يثبتان صحة النص ويساعدان عند تحقيقه.

- والنوع الثالث هو ما أخذ المؤلف نفسه في كتاب آخر. فعلى سبيل المثال كتب عمر الخيّام رسالة «في ربع الدائرة» انتهت إلينا في مخطوط وحيد من مجموعة دنشكاه تهران. ولقد استعار الخيّام نفسه بعض فقرات هذه الرسالة في رسالته في الجبر. وهنا أيضًا تساعدنا «السرقات» العلمية أحيانًا في بيان صحة النص وإقامة البرهان على أنه ثقة. وهذا ما سبق أن رأيناه مع نص

كتاب الكندي «في تقديم الخطأ والمشكلات التي لأقليدس في المناظر» الذي استعاره ابن عيسى بدون أن يذكر اسم الكندي.

٦ - النص الكامل المتعدد المخطوطات

وهذا أمر الكثير من النصوص، فبعضها وصلنا في مخطوطات تُعدّ على أصابع اليد أو اليدين، والبعض الآخر في مخطوطات يتجاوز عددها العشرات. وهمُّ المحقق في كلّ حال هو تصنيف هذه المخطوطات حسب شجرة انتمائها: جذرها الأصل، وفروعها التقاليد النصية المختلفة. ولا يمكن البدء بالتحقيق الدقيق لأيّ نص بدون معرفة هذه الشجرة وتلك التقاليد. وهنا على المحقق أن يتجنب شركًا يقع فيه الكثيرون عندما يظنون أن قدم المخطوطة هو دليل على جودتها وأصالتها. فهناك العديد من الأمثلة التي تبطل ذلك وتكذبه، مثل مخطوطة لرسالة كمال الدين الفارسي *في الأعداد المتحابة*، نسخت بعد وفاه المؤلّف بما يقل عن عقد، وعلى الرغم من ذلك فهي أقل جودة من مخطوطات أخرى متأخرة، وكذلك مثل مخطوطة رسالة الخيّام في الجبر، وهي مخطوطة الڤاتيكان، فمع قدمها النسبي إلا أنها أسوأ مخطوطات هذا النص.

وتصنيف النسخ المختلفة ليس بالأمر الهيِّن، وخاصة عندما يزداد عددها. فعلينا أولاً البدء بإثبات كل الفروق بين مخطوطات النص وبيان ما ينقص كل منها بمقارنتها بالأخرى، وكذلك إحصاء أخطاء كلّ منها بالنسبة إلى الأخرى. ولكننا نقرّ أن الاختلافات بل الأخطاء نفسها لا تتساوى في الأهمية. فالخطأ النحوي في كتابة الأعداد، على سبيل المثال، كان فاشيًا بين الرياضيين في القرن الثالث وما بعده، ولم يكن يومًا عائقًا عن فهم النص، ولم يمثل أبداً عيباً فيه، بل الخطأ النحوي عامة في النصوص الرياضية والعلمية كان منتشراً.

فالسؤال إذاً هو: ما أهم الفروق بين المخطوطات التي تسمح لنا بتصنيفها عندما لا نملك إلا وسائل النقد الداخلي؛ أعني بدون اللجوء إلى عوامل خارجية - لا تتيسر في كثير من الأحيان - مثل النسخ وتاريخه وهوية الناسخ وعلمه وقيمة النسخة التي نسخ منها ... الخ.

وأهم الفروق بلا شكّ هي الناتجة من سهو من الناسخ، أعني الفروق الغير

المقصودة والأخطاء التلقائية مثل سقوط جملة أو أكثر، سقوط حرفين أو أكثر، سقوط رقمين أو أكثر من النص الرياضي. فإذا وقفنا على إحصاء ما ينقص كل مخطوطة بالنسبة إلى مخطوطة أخرى أمكننا الاستناد إلى هذه المبادئ في التصنيف.

- إذا نقصت مخطوطة ما جمل أو حروف أو أرقام أو أشكال، كما سبق أن أشرنا، لا تنقص مخطوطة أخرى، لا يمكننا اعتبار الأولى أصلاً وحيداً للثانية.

- المخطوطات التي تنتمي إلى نفس الأسرة تنقصها كل الجمل والحروف والأرقام والأشكال التي تنقص إحداها على الأقل.

- المخطوطات التي تنقصها جمل أو حروف أو أرقام أو أشكال تنقص مخطوطات أخرى من أسر مميزة فلا بد من اعتبارها نسخًا نقلت ابتداءً من أصول متعددة إما في نفس الوقت وإما بالتتابع.

هذه المبادئ البديهية التي أتينا بها هي التي أتبعناها في تصنيف المخطوطات، وعلينا إقامة الجداول لإحصاء ما ينقص المخطوطات، الواحدة بالنسبة إلى الأخرى، وكذلك للأخطاء المختلفة والأخطاء المشتركة ... الخ. ومن المفضل الآن اللجوء إلى الحاسوب لمثل هذا العمل، إن زاد عدد المخطوطات أو حجمها عن الحد الذي لا تنفع عنده الوسائل التقليدية.

٧ - النسخة الأم أو مخطوط المؤلّف

وهذا أيسر الحالات. فتراث النص في هذه الحالة هو تعقّب كل التصحيفات والزيادات وغيرها مما طرأ على النص عند نقله من هذه النسخة الأم، لو كان حدث ذلك.

من هذا العرض السريع يمكن أن نستخلص العديد من النتائج سنذكر اثنتين منهما فقط. الأولى هي شرط لازم لكلّ من يعمل حول تراث النص، أعني صلته القوية بتراث الفكر. فحتى عهد متأخر كان النص كائنًا حيًا. يُنسخ للبحث والتعليم، فهذا الكائن الحي كثيراً ما تأثر بالفكر العلمي وتطوره وانحطاطه أيضًا. وكثيراً ما أثر في الفكر العلمي بمضمونه وهيئته. وباختصار شديد يمكن القول إن تراث النص وتراث الفكر لا ينفصلان. هذا هو الشرط. أما النتيجة الثانية فهي

ضرورة مستقبلية حتى يتم ما نعمل من أجله، أعني ضرورة تطوير بعض الفروع اللازمة لدراسة تراث النص، منها علم النسّاخ وهو علم بالرجال وبوسائلهم وبمراكزهم، ومنها تاريخ التربية والتعليم ومؤسساتهما في المدينة الإسلامية، ومنها فقه اللغة العلمية وتاريخها ... هذه الفروع وغيرها ستساعد على إرساء المعايير العلمية اللازمة عند العمل على تراث النص وتراث الفكر.



خامسًا: كتاب المخروطات لأبلونيوس:
حول تحقيق ونشر التراث الرياضي المترجم بالعربية من اليونانية

نُقل إلى اللغة العربية الكثير من كتب التراث اليوناني في الفلسفة والعلوم، ونُقل من العربية إلى اللاتينية خاصة العديد من كتب الفلسفة والعلوم. هذا ما نعرفه جميعًا وما نقرأه مكرراً هنا وهناك. فلقد ترجم من اليونانية أمهات الكتب الرياضية من فلك وهندسة وحساب ومناظر، منها مؤلفات أقليدس وأرشميدس وأبلونيوس ومنالاوس وبطلميوس وديوفنطس وغيرهم. ونقل من العربية إلى اللاتينية بعض هذه الترجمات مع مؤلفات العلماء العرب - أي من كتبوا بالعربية - مثل رسائل الخوارزمي وأبي كامل، وبني موسى وثابت بن قرة وابن الهيثم وغيرهم من الرياضيين والأطباء والفلاسفة. وكل هذه الآثار ليست فقط جزءاً من التراث الثقافي والحضاري العربي، بل هي أكثر الأجزاء عالمية، فهي بدون شك جزء من تراث الإنسانية جمعاء الذي يجب تحقيقة ودراسته ونشره، فلا يمكن التأريخ للعلوم والفلسفة، بل لا يمكن التأريخ لجوانب عدة من الحضارة العربية ومن الحضارة الإنسانية بدون هذا التحقيق والدراسة والنشر. فلا يمكن مثلاً التأريخ لما قام به رياضيو الإسلام بدون المعرفة الدقيقة بالتراث اليوناني المترجم، كما لا يمكن التأريخ للرياضيات عامة بدون المعرفة بما أتى به علماء الإسلام وما ترجم منه إلى اللاتينية والعبرية. ولكن إذا تتبعنا ما حقق من هذه الترجمات خاصة، بل من كتب الرياضيات والعلوم عامة - وما نشر منها بعد أن حقق تحقيقًا علميًا متأنيًا نجده يقل عن عدد أصابع اليدين. لهذا كان حقًا واجبًا على مؤرخي العلوم والرياضيات والفلسفة تحقيق هذه الآثار وترجمتها إلى لغة تستطيع جمهرة

المؤرخين فهمها، والقيام بالشروح اللازمة. فالسؤال إذن هو عن الوسيلة لبلوغ هذا الهدف وعن المعايير التي يجب الالتزام بها لبلوغه.

لقد تفضل الدكتور يوسف زيدان أن طلب مني أن أعطي الإجابة عن هذا السؤال بمثال مما حققته أخيراً في هذا المضمار، وهو كتاب أبلونيوس الإسكندراني في *المخروطات*. ولكن قبل الدخول في هذا أحب التذكير بأمرين متلازمين يعرفهما كل من مارس التحقيق العلمي. الأول منهما يتعلق بالترجمة أثناء القرنين الثالث والرابع خاصة. يظن البعض أن الحركة العلمية العربية مرت بثلاث فترات متتالية: الترجمة ثم التمثل لما ترجم، ثم البحث الجديد. وهذا الظن يجانب الصواب. وحسب هذا الظن أيضًا إن الترجمة بدأت بدون خطة وبدون هدف، كما لو أن المترجمين نقلوا إلى العربية ما وقع تحت أيديهم من الكتب اليونانية والسريانية والهندية. وهذا أيضًا خطأ يجب تجنّبه. فالدارس للترجمة وتاريخها يعرف أنها كانت منذ بدايتها مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالبحث العلمي والكلامي الجديد. فعندما ترجمت على سبيل المثال المؤلفات اليونانية في علم «المرايا المحرقة» وفي «علم المناظر»، كان الباعث على هذا النقل هو البحث الجديد الذي قام به الكندي وقسطا بن لوقا وغيرهما في هذه العلوم. وعندما ترجم كتاب بطلميوس في الهيئة - *المجسطي* - كان هذا لمتابعة بحث بدأ قبل الترجمة مع يعقوب بن طارق وغيره. وسنرى بعد قليل مثالاً في الهندسة على هذا. ولن نفهم أيضًا حركة الترجمة في الفلسفة بدون المعرفة بالبحث في علم الكلام قبلها. فالترجمة في هذا الزمن لم تكن نقلاً للنصوص اليونانية والسريانية والفارسية والسنسكريتية إلى العربية، بل كانت عملاً علمياً من أجل البحث الجديد قام به علماء قادرون مثل قسطا بن لوقا، حنين بن إسحاق، ثابت بن قرة وغيرهم.

ويتعلق الأمر الثاني بالتحقيق العلمي للنصوص. يقابل محققو مثل هذه النصوص صعوبات مشتركة مع محققي التراث العربي زيادة على صعوبات خاصة بالتراث المترجم. أما الصعوبات المشتركة فيعرفها الجميع: جزء منها يتعلق بجمع المخطوط العربي اليوم وفهارس المخطوطات وانتشارها بين أركان المعمورة وصعوبة الحصول

على صور لها ؛ وجزء يتعلق بعلم المخطوط العربي الذي لا زال في بدايته رغم الجهود المشكورة التي بذلت أخيراً، وجزء هام منها يتعلق بكتابة التاريخ العربي بنهج نقدي علمي ... الخ، وجزء منها أيضًا يتعلق بتصور سائد للتحقيق - على أنه نسخ لنص المخطوط وتصحيح للغته وضبطه ومقابلته بالنسخ الأخرى وبيان ما استغلق من عباراته. كل هذا هام ويجب القيام به بدون أدنى شك، ولكن هذا شرط ضروري وليس بالكافي. فالتحقيق هو أيضًا تأريخ للنص ودراسة نقدية له - مهما كان هذا النص - وتأريخ لأثر النص فيما بعد، وتأريخ لمضمون النص أي للعلم الذي كتب النص فيه. أما الصعوبات الخاصة بالكتب المنقولة إلى العربية أو منها في العلوم خاصة فهي تتعلق بضرورة مقارنتها بنصوص في لغات أخرى، وكذلك بضرورة ضبط المعاني والتحقق من البراهين الرياضية ومن صحة القضايا، وبيان سبب الخطأ إن وجد وآثاره، وهذا لا يمكن القيام به لمن لا يعرف المضمون العلمي للنص. فتحقيق هذه الكتب لا يمكن أن يقوم به حقًا من لا دراية له بالعلم الذي يعالجه النص.

ولبيان بعض ما ذكرت سأعرض لما طُلب مني الكلام فيه، وسأعطي مثلاً من كتاب تولّيت تحقيقه منذ عدة عقود، وهو كتاب *المخروطات* لأبلونيوس الإسكندراني (١٩٠-٢٦٠ تقريباً قبل الميلاد).

يُعد كتاب أبلونيوس هذا من أعلى كتب الرياضيات طبقة، وفيه يبحث أبلونيوس في فصل من أهم فصول الرياضيات الكلاسيكية، أعني هندسة القطوع المخروطية، وهي القطع المكافئ والقطع الناقص والقطع الزائد والقطعين المتقابلين. وأود أن أذكر أنه لا يمكن دراسة وفهم ما تم في الرياضيات بالعربية بدون هذا الكتاب سواء أ كان هذا في الهندسة أو في الهندسة الجبرية أو في المناظر أو في علم الهيئة. وظل كتاب أبلونيوس هذا مرجعًا لعلماء الرياضة لمدة ألفي سنة تقريباً، أي حتى القرن الثامن عشر. ألف أبلونيوس كتاب *المخروطات* في ثماني

مقالات، لم ينته منها إلينا إلا سبع مقالات في ترجمته العربية، وأربع مقالات في نص يوناني. فالسؤال إذن هو أيّ نهج كان علينا أن نتبعه لتحقيق هذا الكتاب وترجمته إلى الفرنسية وشرحه ونشره؟

سأبدأ بالتذكير ببعض - بل بالقليل المختصر - لما يلزم لفهم النهج المختار. يذكر أبلونيوس في النص اليوناني الذي انتهى إلينا بتحقيق أطوقيوس الإسكندراني (من القرن السادس) أنه حرّر المقالتين الأولى والثانية أكثر من مرة قبل أن يرسل التحرير النهائي - أي قبل نشر الكتاب - إلى صديقه أديموس في بلدة پرجاموس. ويؤكد أبلونيوس في هذه الرسالة أن كتابه، كما قلنا، في ثماني مقالات، وأن التحرير الأول للمقالتين الأولى والثانية الذي كان يتناقله تلاميذه في الإسكندرية ليس بالتحرير النهائي المعتمد. هذا يعني أنه كان هناك مخطوطات لمثل هذا التحرير قد يكون لها أثر عند كتابة تاريخ النص.

هكذا تبدأ قصة كتاب *المخروطات*. تُوفي أديموس قبل إرسال المقالة الثالثة إليه. بعد وفاة أديموس أرسل أبلونيوس المقالة الرابعة - ثم المقالات التالية فيما بعد - إلى رياضي آخر يدعى أطالوس. وأحب أن ألفت النظر هنا إلى أن اسم أديموس لا يظهر في الترجمة العربية؛ بل نجد نفس النص اليوناني مترجمًا بدون هذا الاسم.

يكتنف الظلام تاريخ نص الكتاب بعد وفاة أبلونيوس، وذلك حتى القرن الثالث الميلادي - أي لمدة خمسة قرون - وذلك عندما قام پاپوس الإسكندراني بالتعليق عليه. ويُستدل من تعليقات پاپوس على أمرين هامين: أولهما أن في هذه الأثناء فقد من الكتاب المقالة الثامنة ولم يبق من الكتاب إلا سبع مقالات؛ أما الأمر الثاني الذي سنرجع إليه فيما بعد، فهو أن پاپوس علّق على كل المقالات الباقية، عدا المقالة الرابعة، وبدون أن يقدم تفسيراً لهذا.

سيكتنف الظلام من جديد تاريخ النص حتى القرن السادس الميلادي حين قام أطوقيوس العسقلاني بتحقيق المقالات الأربع الأولى، معتمداً على عدة

مخطوطات وجدها، وبتأليف شرح مستقل لهذه المقالات. ولقد حفظ تحقيق أطوقيوس في مخطوطة وحيدة متأخرة - نسخت في القرن الثاني عشر - وهي رقم ٢٠٦ من المجموعة اليونانية بمكتبة الفاتيكان. ولقد نشر هذا التحقيق عدة مرات وترجم إلى اللاتينية ثم إلى كل اللغات الأوروبية. وأول من نشره هو العالم الإيطالي Commandino سنة ١٥٦٦ ثم العالم الإنجليزي E. Halley سنة ١٧١٦، ثم العالم والمؤرخ الدنماركي J.L. Heiberg سنة ١٨٩١، وننشره من جديد الآن مع النص العربي.

كان - وما زال - تحقيق أطوقيوس للأربع المقالات الأولى هو المصدر الوحيد الذي اعتمد عليه المؤرخون لدراسة هذه المقالات الأربعة. أما المقالات الثلاث الأخيرة التي فقدت في اليونانية ولم تبق إلا ترجمتها العربية، فلقد نقلت إلى اللاتينية سنة ١٧٠٦ ثم إلى لغات أخرى فيما بعد. وهذا يرجعنا الآن إلى تاريخ الترجمة العربية وإلى علاقتها بالنص اليوناني. ولنستمع إلى قصة هذه الترجمة كما رواها من تولاها، أعني بني موسى - في منتصف القرن التاسع الميلادي، ولننبه على دلالتها. يقول أحمد بن موسى بن شاكر في تقديم لترجمة كتاب *المخروطات*[1]:

« إن موقع علم ما يقع في المخروطات من القطوع وما يعرض فيها من الأشكال والخطوط في أعلى المراتب من علم الهندسة. وكان القدماء يسمّون أشكال قطوع المخروطات الأشكال العجيبة، ويرون أن مَن بلغ في علم الهندسة إلى أن يقوى على فهم هذا العلم، فقد بلغ المرتبة العليا من علم الهندسة.

ولم يزل القدماء من طُلاب علم الهندسة يعنون بوجود هذا العلم ويجتهدون في طلبه ويُقيّدون ما أدركوا منه أولاً فأولاً في الكتب إلى أن انتهى الأمر في ذلك إلى أبلونيوس.

فإن هذا الرجل كان من أهل الإسكندرية وكان معنيًا بهذا العلم، وكان رجلاً مبرّزاً في علم الهندسة مستعليًا فيه، فعمل في ذلك كتابًا في ثماني مقالات

---

[1] R. Rashed, *Apollonius*: *Les Coniques,* tome 1.1: *Livre I*, commentaire historique et mathématique, édition et traduction du texte arabe, Berlin / New York, Walter de Gruyter, 2008, p. 501 sqq.

جمع فيها ما تقدمه به من كان قبله من هذا العلم. وأضاف إلى ذلك ما تولّى هو استنباطه. ثم إن هذا الكتاب فسد، وكثر الخطأ فيه على طول الأيام بتداول الناس انتساخه بعضهم من بعض. وكان لفساده سببان: أحدهما السبب العام لجميع ما تتداوله الأيدي بالنسخ من الكتب، من تقصير مَنْ نسخه في تصحيح نسخه والمعارضة به، ومن إخلاق الكتب ودرس ما فيها من قبل أن يجدّد نسخها. والسبب الآخر سبب يخص هذا الكتاب وما جرى مجراه من الكتب دون غيرها، وذلك لأن هذا الكتاب كتاب غامض يصعب فهمه ولا يقوى عليه إلا القليل من الناس، وسهولة فهم الكتاب معين على تصحيحه متى احتيج إلى ذلك فيه، وهو مع هذا كتاب طويل، في تكلف نسخ مثله وتصحيحه مشقة. فبهذه الأسباب التي وصفنا عرض لهذا الكتاب الفساد بعد أبلونيوس، إلى أن نشأ بعسقلان رجل من المهندسين يقال له أوطوقيوس، وكان مبرّزاً في علم الهندسة، وله كتب قد وضعها تدل على قوته.

فجمع هذا الرجل لهذا الكتاب، عندما وقف عليه من غلبه الفساد عليه، ما أمكنه من نُسَخه الموجودة في زمانه، فتهيأ له بما جمع من النسخ وبقوته في علم الهندسة أن أصلح من هذا الكتاب الأربع المقالات الأول.

إلا أنه سلك في ذلك سبيل من لم يلتمس أن يحكي ما أصلح على ما وصفه أبلونيوس سواء، بل جمع وفصّل واستعمل الفكر فيما لم يمكنه تصحيحه على حكاية قول أبلونيوس فيه بعينه حتى استنبط البرهان فيه.

فاقتصر الناظرون في علم المخروطات بعد أوطوقيوس على قراءة الأربع المقالات التي صححها فقط، على أن فيما قاله جالنيوس في ذمّه من ذم من مهندسي زمانه في كتاب الماء والهواء والمساكن ما دلّ على قلة من سمت به نفسه إلى النظر في علم المخروطات من المهندسين في ذلك الزمان، فضلاً عمّن كان بعد أوطوقيوس.

فأما أهل زماننا، فإن القليل من مهندسيهم من قوي على فهم كتاب أقليدس في الهندسة، فضلاً عمّا وراء ذلك. ولقد صار قوم منهم بقلّة الفهم إلى

العجز عن فهم صدر كتاب أقليدس، فضلاً عمّا بعده، فأبدلوا مكان قول أقليدس هناك قولاً في غاية من الجهل والبعد من الصواب. وصار قوم منهم إلى أن وضعوا أشكالاً هندسية برهنوا بها عند أنفسهم براهين تخالف ما برهنه أقليدس حتى زعم بعضهم فيما برهن أن مخروط الأسطوانة نصفها. وبعض من وصفنا من هذه الطبقات عرف خطأه بعد أن وقع فيه بمدة، فرجع عنه، ومضى بعضهم على خطأه وأقام عليه، وكتبهم موجودة في زماننا هذا، ولذلك تركنا حكاية خطأهم.

وقد كان وقع إلينا سبع مقالات من الثماني المقالات التي وضعها أبلونيوس في المخروطات على ما وضعها عليه. فرمنا ترجمتها وفهمها، فتعذر الأمر في ذلك علينا لغلبة الخطأ الذي كان عرض في هذا الكتاب بالأسباب التي وصفناها. فلبثنا بذلك مدة، وتهيأ للحسن بن موسى بقوته في علم الهندسة واستعلائه فيه النظر في علم قطع الأسطوانة، إذا قُطعت بسطح على غير موازاة لقاعدتها، وكان الخط المحيط بالقطع خطًا تام الإحاطة، فاستنبط علمه وعلم الأعراض الأول التي تعرض فيه من الأقطار والسهام والأوتار، واستنبط علم مساحته، وقدر أن يجعل ذلك توطئة لعلم قطوع المخروطات والنظر فيها، لأنه رأى أن ذلك أسهل عليه في النظر وأشبه بالمسلك على الترتيب في هذا العلم. ثم نظر في علم قطع مخروط الأسطوانة إذا كان الخط المحيط بها خطًا تام الإحاطة، فوجد شكل قطع الأسطوانة الذي استنبط علمه هو شكل قطع مخروط الأسطوانة، واستنبط البرهان على أن لكل قطع يقع في أسطوانة على السبيل التي وصفنا مخروط أسطوانة مما يقع فيه مثل ذلك القطع، وأن لكل قطع مخروط أسطوانة على هذه السبيل أسطوانة ما تقبل مثل ذلك القطع. فوضع الحسن عند ذلك مقالة فيما استنبط من هذا العلم، وتوفي رحمة الله عليه. ثم تهيأ لأحمد بن موسى الشخوص إلى الشام واليًا لبريدها، فعني بطلب نسخ لهذا الكتاب رجاء أن يجتمع له منها ما يمكنه أن يصححه به، فتعذر ذلك عليه. ووقعت إليه الأربع المقالات التي كان أوطوقيوس أصلحها من كتاب أبلونيوس، نسخة واحدة. وقد كان عرض فيها الخطأ أيضًا بعد أوطوقيوس بالأسباب التي وصفناها. فلما وقعت إلى أحمد هذه النسخة أخذ في تفسير الكتاب وقصد إلى

الأربع المقالات الأول التي أصلحها أوطوقيوس، لأنه وجد خطأها أقل من الخطأ في فصّ كتاب أبلونيوس، فعانى في فهمها مشقة وصعوبة إلى أن فرغ منها وتهيأ انصرافه من الشام إلى العراق. فلما صار إلى العراق، عاد إلى تفسير بقية السبع المقالات التي وقعت إلينا من فص كتاب أبلونيوس. وقد وصفنا الحال التي كان قد صار إليها هذا الكتاب من الفساد بكثرة الخطأ، إلا أن أحمد قد كان صار له بفهمه الأربع المقالات التي أصلحها أوطوقيوس قوة على فهم ما بقي من الكتاب ودربة به وفهم لمسالك أبلونيوس التي سلكها والأصول التي وضعها، فأمكنه بذلك فهم الثلاث المقالات الباقية من السبع المقالات حتى استوعبها؛ وأحدث في الكتاب شيئًا عظيم المنفعة في تسهيل فهمه على مَن أراد قراءته، لم يكن فعله أبلونيوس فيما وضع ولا أوطوقيوس فيما أصلح، وهو أنه نظر إلى كل مقدمة يُحتاج إليها في برهان شكل من الأشكال فذكرها في موضع الحاجة إليها ووصف موضعها من الكتاب.

وكان المتولي لترجمة الأربع المقالات الأول بين يدي أحمد بن موسى هلال ابن أبي هلال الحمصي والمتولي لترجمة الثلاث المقالات الباقية ثابت بن قرة الحراني المهندس.

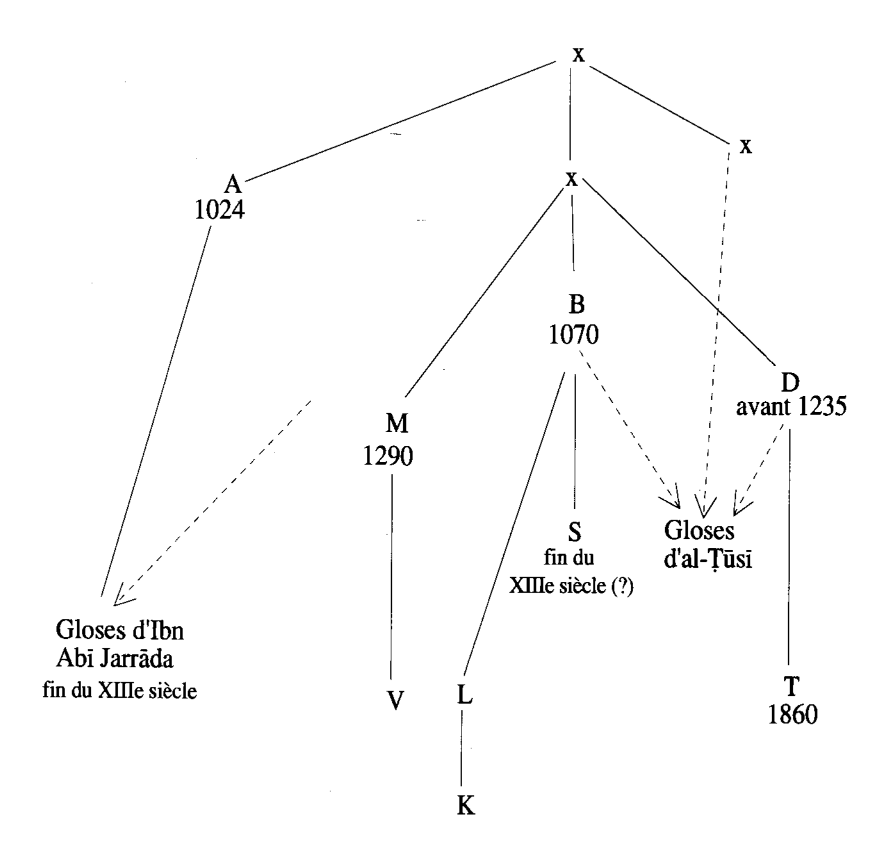
ونحن مبتدئون بعد هذا بأشكال هندسية رأينا أنه يحتاج إليها في تسهيل فهم هذا الكتاب، ثم متبعو ذلك بالصدر الذي صدر به أبلونيوس كتابه. ثم بالأول فالأول من هذه السبع المقالات التي تهيأ لنا ترجمتها وشرحها، وقد ذكرنا أن الأربع الأول خرجت على ما أصلحها عليه أوطوقيوس، والثلاث التابعة لها على ما وضعها عليه أبلونيوس.»

توضح هذه الرواية أن ما نقل إلى العربية هو مخطوط يوناني قديم لسبع مقالات من الكتاب، وأن هذا المخطوط مستقل عن تحقيق أطوقيوس للأربع مقالات الأولى. وتبين أيضًا أن تحقيق أطوقيوس قد نقل بدوره إلى العربية على يدي هلال بن هلال الحمصي. وهذا يثير عدة أسئلة يجب على المحقق أن يجد وسيلة للإجابة عنها. أي ترجمة هذه التي انتهت إلينا؟ ماذا انتهى إلينا؟ ما عدد الترجمات؟ هل

الذي انتهى إلينا هو ترجمة لمخطوطة المقالات السبع أم اختلط هذا مع النص الذي حققه أطوقيوس؟

وللإجابة عن بعض هذه الأسئلة، يجب التحقق من رواية بني موسى. كان على المحقق إذن أن يبدأ بجمع كل مخطوطات كتاب *المخروطات* المعروفة في العالم، وكذلك مخطوطات شروح هذا الكتاب بين القرن التاسع والقرن الرابع عشر للبدء بكتابة تاريخ النص؛ ولم يكن هذا بالأمر السهل. وهذه هي قائمة المخروطات التي جمعت.

[A]	[ا]	Istanbul, Süleymaniye, Aya Sofia 2762
[B]	[ب]	Oxford, Bodleian, Marsh 667
[C]	[جـ]	New York, Columbia University, Smith or. 45
[D]	[د]	Meshed 5391
[E]	[ه]	Téhéran, Sepahsalar 556
[F]	[و]	Florence, Laurenziana, or. 38
[G]	[ز]	Alger, BN, 1446
[Gh]	[غ]	Aligarh, Un. Coll. I
[H]	[ح]	Istanbul, Topkapi Saray, Ahmet III, 3455
[K]	[ك]	Oxford, Bodleian, Thurston 1
[Kh]	[خ]	Téhéran, Sepahsalar 557
[L]	[ل]	Leiden, or. 14
[N]	[م]	Istanbul, Yeni Cami 803
[M]	[م]	Téhéran, Millî 3597
[Ma]	[ما]	Manisa, Genel 1706
[O]	[ع]	Oxford, Bodleian, Thurston 3
[P]	[ف]	Istanbul, Topkapi Saray, Ahmet III, 3463
[R]	[ر]	Rampur 2906
[S]	[س]	Meshed 5619
[Σ]	[ص]	Istanbul, Süleymaniye, Aya Sofia 2724
[Q]	[ق]	Istanbul, Askari Müze 3025
[T]	[ت]	Téhéran, Millî Malik 867
[Th]	[ث]	Londres, India Office, 924=Loth 745
[W]	[ض]	Florence, Laurenziana, or. 22
[X]	[ش]	Istanbul, Süleymaniye, Carullah 1507
[Y]	[ي]	Istanbul, Süleymaniye, Aya Sofia 4832
[Z]	[ذ]	Edinburgh, or. 28



وأولى خطوات التحقيق المعروفة من الجميع هي مقابلة هذه المخطوطات بعضها على بعض لإحصاء النواقص والزيادات والأخطاء اللغوية والأخطاء الرياضية وأخطاء الرسوم الهندسية ... الخ، وذلك لرسم شجرة المخطوطات وللوصل إلى تلك التي يجب الأخذ بها عند إقامة النص، وهذه هي الشجرة.

أما ثاني خطوات التحقيق فهي دراسة كل مخطوط من تلك التي تستعمل في التحقيق لمعرفة أين ومتى نسخت؟ ومن كان الناسخ؟ وفي أي بلد؟ وما هي مصادره المحتملة؟ وكيف انتقلت حتى استقرت في المجموعة التي انتهت إلينا الآن؟ ولنأخذ مثل مخطوطة نسخها الحسن بن الهيثم في القاهرة المعزية سنة ١٠٢٥-١٠٢٤ (صفر سنة ٤١٥ هـ) نسخ ابن الهيثم هذه المخطوطة للخزانة الحافظية، أي لخزانة الخليفة الفاطمي الحافظ المتوفى سنة ٥٠-١١٤٩/٥٤٤، عندما بيعت مكتبة القصر الفاطمي انتقلت المخطوطة إلى أبي اليمن الكندي ثم إلى زيد بن الحسن الكندي

وهو من مواليد بغداد سنة ١١٣٠/٥٢٥ وعاش في القاهرة ثم انتقل إلى دمشق ومات فيها سنة ١٢١٦/٦١٣، ثم انتقلت إلى عالم الرياضيات ابن أبي جرادة وهو ابن المؤرخ ابن العديم من أهل حلب، ثم انتقلت إلى أحمد بن أبي بكر بن السراج وهو من علماء الهيئة من أهل حلب وكان على قيد الحياة سنة ١٣٤٧/٧٤٨، ثم عادت إلى القاهرة في حوزة شهاب الدين بن غلام الله الكم الريشي وهو من أصحاب الرياضيات والفلك وكان مؤقتاً لجامع المؤيد بالله بالقاهرة والمتوفي سنة ١٤٣٢/ ٨٣٦، ثم انتقلت إلى اسطنبول في خزانة بايزيد الثاني (١٤٨١-١٥١٢) وما زالت هناك. هذا يدل على أن دراسة كتاب *المخروطات* لم تتوقف منذ القرن التاسع حتى القرن الخامس عشر، وأنه كان هناك مجتمع رياضي يتنقل أفراده بين القاهرة وحلب يعمل على المخروطات. وبدراسة أخرى لن أذكرها هنا يمكن أن نبيّن أن هذا التراث المخطوطي مستقل عن تراث مخطوطي آخر نسخ في مراغة وشارك فيه نصير الدين الطوسي (١٢٧٤/٦٧٢) انتهت مخطوطته إلى مكتبة البودليان في أكسفورد في القرن السابع عشر.

أما ثالث خطوات التحقيق فهي جمع استشهادات العلماء بنص الترجمة وأخذهم بالنظريات التي برهن عليها أبلونيوس وكذلك للشروح التي كتبوها. كان هذا هو الطريق الذي اتّبع لبيان عدد الترجمات وتداخلها، وأيّها هو الذي انتهى إلينا.

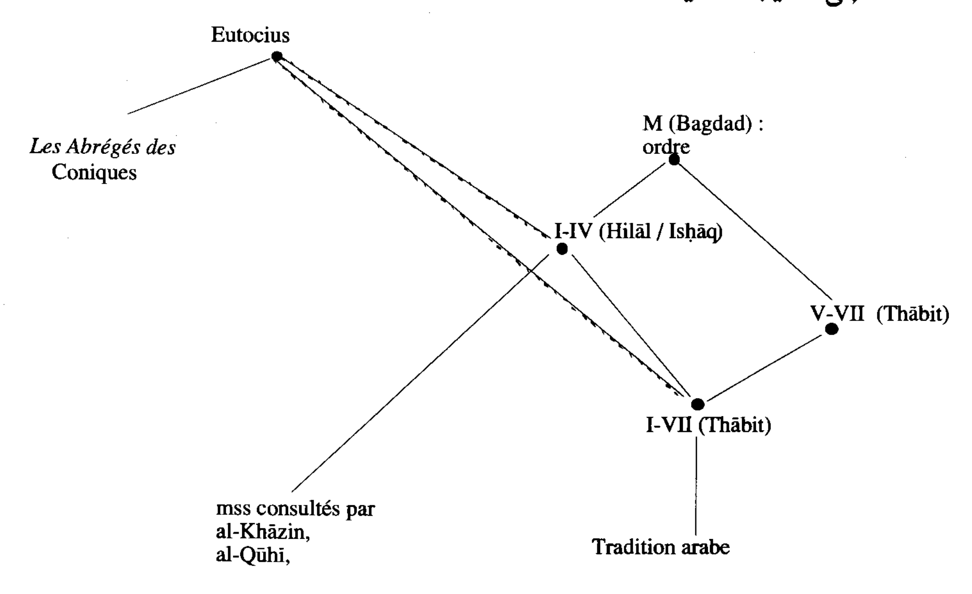
ولقد بيّنا أن المقالات الأربع الأولى ترجمت مرتين، لا مرة واحدة، كما كان يُظن ويُقال. الأولى هي لهلال بن هلال الحمصي، والثانية هي لإسحاق بن حنين. ومن الطرق التي اتبعت لبيان ذلك مقارنة استشهادات الرياضيين بنظريات أبلونيوس بين القرن التاسع والقرن الثاني عشر. وهذا هو جدول المقارنة[2].

[2] *Ibid*., p. 31-33.

n° dans les traditions conservées	n° dans texte	Auteurs	Références du traité
I.11	I.12	al-Khayyām	*Traité d'algèbre*, *KM*, p.166
I.11	I.12	Ibn al-Haytham	*Sur un problème numérique solide*, *MI*, III, p. 500
I.11	I.14	Abū al-Jūd	*Sur la construction de l'heptagone*, *MI*, III, p. 700, 706
I.12	I.16	al-Sijzī	*Sur la description des sections coniques*, *S*, p. 262
I.13	I.13	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 600
I.15	I.15	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 578, 600
I.17	I.17	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 548, 556, 604
I.17	I.17	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 176
I.20	I.19	al-Khayyām	*Traité d'algèbre*, *KM*, p. 234
I.20	I.19	al-Sijzī	*Sur les propriétés de la coupole hyperbolique*, *S*, p. 196
I.20	I.19	Abū al-Jūd	*Sur la construction de l'heptagone*, *MI*, III, p. 700
I.20	I.20	Thābit	*Sur la mesure du cône (parabole)*, *MI*, I, p. 244
I.21	I.20	al-Khayyām	*Traité d'algèbre*, *KM*, p. 166
I.21	I.20	al-Sijzī	*Sur les propriétés de la coupole hyperbolique*, *S*, p 200, 202
I.21	I.20	al-Sijzī	
I.21	I.20	al-Qūhī	*Construction de l'heptagone régulier*, *MI*, III, p. 778 ; *Les deux moyennes*, *GD*, p. 510
I.21	I.21	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 532, 546, 600
I.21	I.21	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 172
I.27	I.27	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 258
I.30	I.30	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 606
I.30	I.31	al-Ṣāghānī	*Épître à Aḍud al-Dawla*, *MI*, III, p. 820, 822
I.32	I.33	al-Khayyām	*Traité d'algèbre*, *KM*, p. 152, 168
I.32	I.32	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 154
I.35	I.35	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 150
I.36	I.36	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 172
I.37	I.37	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 154, 190, 192, 198, 262, 264
I.46	I.46	Thābit	*Sur la mesure du cône (parabole)*, *MI*, I, p. 256 *Sur la mesure des paraboloïdes*, *MI*, I, p. 374
I.46	I.46	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 256
I.50	I.50	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 602
I.51	I.51	Thābit	*Sur la mesure du cône (parabole)* *MI*, I, p. 244
I.52	I.56	al-Khayyām	*Traité d'algèbre*, *KM*, p. 154
I.52	I.56	Abū al-Jūd	*Sur la construction de l'heptagone*, *MI*, III, p. 696, 702
I.52	I.52	Ibn al-Haytham	*Lemme au côté de l'heptagone*, *MI*, III, p. 446 ; *Sur un problème numérique solide*, *MI*, III, p. 498
I.54	I.58	al-Khayyām	*Traité d'algèbre*, *KM*, p. 166
I.54	I.58	Abū al-Jūd	*Sur la construction de l'heptagone*, *MI*, III, p. 696, 702
I.55	I.59	al-Khayyām	*Traité d'algèbre*, *KM*, p. 172; *Division d'un quart de cercle*, *KM*, p. 240, 256
I.55	I.55	al-Sijzī	*Sur la division de l'angle*, *S*, p. 350
II.1	II.1	Abū al-Jūd	*Sur la construction de l'heptagone*, *MI*, III, p. 698, 704
II.4	II.4	Thābit	*Construction des deux moyennes*, *GD*, p. 554
II.4	II.4	Ibn al-Haytham	*Lemme au côté de l'heptagone*, *MI*, III, p. 446 ; *Sur un problème numérique solide*, *MI*, III, p. 498

II.4	II.4 (= II.1 trad. Isḥāq)	al-Sijzī	*Sur la construction de l'heptagone*, *MI*, III, p. 746
II.4	II.4	al-Khāzin	*Les deux moyennes*, *GD*, p. 588
II.4	II.4	Anonyme	*Synthèse de l'analyse du lemme de l'heptagone*, *MI*, III, p. 876
II.5	II.5	Thābit	*Sur la mesure des paraboloïdes*, *MI*, I, p. 258, 260, 374
II.7	II.6	al-Qūhī	*Deux moyennes*, *GD*, p. 510
II.8	II.6	al-Ṣāghānī	*Épître à Aḍud al-Dawla*, *MI*, III, p. 820, 822
II.8	II.8	Thābit	*Construction des deux moyennes*, *GD*, p. 560 (en marge du ms.)
II.8	II.8	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 180
II.11	II.8	al-Ṣāghānī	*Épître à Aḍud al-Dawla*, *MI*, III, p. 820, 822
II.12	II.8	al-Khayyām	*Traité d'algèbre*, *KM*, p. 174 ; *Division d'un quart de cercle*, *KM*, p. 240, 258
II.12	II.8	al-Qūhī	*Deux moyennes*, *GD*, p. 510
II.12	II.8	Abū al-Jūd	*Sur la construction de l'heptagone*, *MI*, III, p. 698, 704
II.12	II.12	Thābit	*Construction des deux moyennes*, *GD*, p. 556
II.12	II.12	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 446; *Sur un problème numérique solide*, *MI*, III, p. 500
II.12	II.12	al-Khāzin	*Les deux moyennes*, *GD*, p. 588
II.12	II.12	[Aḥmad ibn Mūsā]	*Trisection*, *GD*, p. 550
II.12	II.12	Anonyme	*Synthèse de l'analyse du lemme de l'heptagone*, *MI*, III, p. 878
II.13	II.13	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 268
II.14	II.14	Ibn al-Haytham	*Lemme au côté de l'heptagone*, *MI*, III, p. 446; *Sur un problème numérique solide*, *MI*, III, p. 500
II.29	II.29	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 604
II.29	II.29	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 204
II.30	II.30	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 204
II.49	II.60	al-Khayyām	*Traité d'algèbre*, *KM*, p. 208
II.50	II.56	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 150
II.51	II.51	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 206
II.57	II.57	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 196
II.59	II.59	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 196
III.37	III.37	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 262
III.52	III.52	al-Sijzī	*Sur la construction du triangle acutangle*, *MI*, IV, p. 826
III.52	III.52	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 224, 226
V.11	V.11	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 576, 582, 584, 590, 604, 606
VI.4	VI.4	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 606, 608
VI.8	VI.8	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 570
VI.12	VI.12	Thābit	*Sur les sections du cylindre*, *MI*, I, p. 544
VII.1	VII.1	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 256
VII.2	VII.2	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p.172, 262, 264
VII.12	VII.12	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 248, 254
VII.13	VII.13	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 242, 254
VII.21	VII.21	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 252
VII.22,23	VII.22,23	Ibn al-Haytham	*L'Achèvement des Coniques*, *MI*, III, p. 246

أما الطريق الآخر فهو ما ذكره هؤلاء الرياضيون حول الترجمة. وانتهى بنا هذا إلى النتيجة التالية[3]:



أما رابع خطوات التحقيق فهي المقارنة الدقيقة بين نص الترجمة العربية للمقالات الأربع الأولى والنص اليوناني الذي حققه أطوقيوس للتأكد من النتيجة السابقة، ولمعرفة أيهما أقرب إلى نص أبلونيوس. واتضح لنا عند المقارنة أن هناك فرقًا هامًا بين الاثنين وأن مخطوط المقالات السبع الذي نقل إلى العربية هو أقرب إلى تحرير أبلونيوس الأخير، أي التحرير الذي نقح فيه تحريره الأول الذي أرسله إلى أديموس. وتبيّن أيضًا أن النص الذي حققه أطوقيوس هو التحرير الأول قبل التنقيح. وتبيّن كذلك أن أبلونيوس عند التنقيح عدّل الرسالة التي كان وجهها إلى أديموس بعد وفاة هذا الأخير.

عندما تبيّن كل هذا، كان من الممكن عندئذٍ إقامة النص، أي نص الترجمة العربية. ولكن حتى يتم هذا كان لا بد من إعادة كتابة كل براهين الكتاب والتحقق

[3] *Ibid.*, p. 44.

من كل واحد منها وشرحه أولاً بلغة هندسة أبلونيوس، ثم شرحه مرة ثانية بلغة التحليل الرياضي، ثم شرحه ثالثًا بلغة رياضيات القرن التاسع عشر للكشف عن صحته وغناه وعمقه.

أدى كل هذا إلى نتائج هامة، لن يتسع الوقت لذكرها، جدّدت معرفتنا بتاريخ نص أبلونيوس، وبتاريخ الترجمة العربية، وبتاريخ تحقيق أطوقيوس، وبالمضمون الرياضي. فالتحقيق هو بحث من أجل الكشف عن أقرب نص من نص المؤلف، وهو نهج لإعادة كتابة تاريخ النص وتاريخ الرياضيات. وقبل أن أعطي مثالاً على هذا، أبدأ ببيان بعض النتائج التي أدى إليها هذا العمل.

كان الظن السائد قبل هذا العمل هو التالي:

١- أن تحقيق أطوقيوس للمقالات الأربع الأولى هو تحقيق لنص أبلونيوس نفسه، وهذا يجانب الصواب، فلقد حقق أطوقيوس التحرير الأول، ولم يوافقه الصواب، كما سنرى عند تحقيقه للمقالة الرابعة؛

٢- أن تحقيقه كان على نفس المستوى من الاتقان والآصالة؛ وهذا أيضًا يجانب الصواب لما سنراه عند مناقشة المقالة الرابعة؛

٣- أن الترجمة العربية للمقالات الأربع الأولى هي ترجمة لنفس المقالات التي حققها أطوقيوس. هذا أيضًا يجانب الصواب؛

٤- أن المقالات الأربع الأولى لم تنقل إلى العربية إلا مرة واحدة. هذا خطأ، كان هناك ترجمتان.

أدى هذا الظن إلى إهمال المقالات الأربع الأولى من الترجمة العربية، فلم يحققها أحد، وأهملها مؤرخو الرياضيات ولم ينشغلوا إلا بالثلاث المقالات الأخيرة التي فقدت في اليونانية. فترجم في إيطاليا شرح الإصفهاني (١١١٩-٥١٣) لهذه المقالات إلى اللاتينية، ثم ترجم شرح الشيرازي لها (النصف الثاني من القرن الحادي عشر) أيضًا إلى اللاتينية، وذلك في منتصف القرن السابع عشر، ثم ترجم عالم الهيئة الإنجليزي E. Halley هذه المقالات على مخطوطة أكسفورد سنة ١٧٠٦.

سأنتقل الآن إلى الجزء الثاني من كلمتي، وذلك لمناقشة إحدى هذه المقالات ولإعطاء مثالاً ملموساً لبعض الأسئلة التي تواجه الباحث في هذا الميدان؛ وستكون المقالة الرابعة التي سبق أن قلت أن أطوقيوس جانبه الصواب عند تحقيقها. وسنرى من خلال هذه المناقشة أنه من المستحيل إقامة نص أبلونيوس بدون الاعتماد على الترجمة العربية.

يستهل أبلونيوس هذه المقالة برسالة يوجها إلى مراسلة أطالوس يبيّن فيها موضوع المقالة وهدف البحث. يقول أبلونيوس [4]:

«من أبلونيوس إلى أطالوس، سلم عليك.

أما الثلاث المقالات الأول من كتاب المخروطات، الذي هو ثماني مقالات، يا أطالوس، فإن وضعنا لها كان إلى أوديموس الذي من أهل برغاموس. فلما توفي أوديموس، رأينا أن نكتب باقي هذا الكتاب إليك للذي نعلمه من سرورك بما يصل إليك من كتبنا التي نضعها وموقع ذلك منك. وأما في العاجل فقد وجهنا إليك بالمقالة الرابعة منه، وبيّنا فيها على كم نقطة أكثر ما يمكن أن تلقى قطوع المخروط بعضها بعضًا والخطّ المحيط بالدائرة، إذا لم تنطبق بكليتها بعضها على بعض. وبيّنا فيها أيضًا على كم نقطة أكثر ما يمكن أن تلقى قطوع المخروط والخط المحيط بالدائرة القطعين المتقابلين، وأشياءَ أخر سوى هذه كثيرة مما يشاكل ما ذكرنا.

والمعنى الأول من هذه المعاني الثلاثة التي ذكرنا قد أخبر به قونون الذي من أهل سامس الجزيرة في كتابه الذي وضعه إلى ثراسوذاوس. وليس مسلكه في براهين ذلك المسلك الصحيح، ولهذا السبب لامه نيقوطاليس الذي من أهل القيروان بعض اللوم. وأما المعنى الثاني من المعاني التي ذكرنا، فقد ذكره نيقوطاليس في جواب رسالة قونون إليه ذكراً فقط، كالشيء السهل البرهان، ولم يبيّنه لا هو ولا غيره ممن عرفناه. وأما المعنى الثالث وسائر ما يشبهه، فإنا لم نجد أحداً ذكرها البتة. وجميع هذه الأشياء التي قلنا إنه لم يذكرها أحد محتاجة إلى أشكال كثيرة متفننة

[4] R. Rashed, *Apollonius*: *Les Coniques,* tome 2.2: *Livre IV*, commentaire historique et mathématique, édition et traduction du texte arabe, Berlin / New York, Walter de Gruyter, 2009, p. 117-119.

بديعة، وإن كان كثير مما ذكرته في الثلاث المقالات الأول عجيبة أيضًا، وأنا ذاكر باقي ذلك في هذه المقالة. ومعرفة ذلك نافعة في تأليف المقدمات وفي التقسيم. ونيقوطاليس هذا الذي ذكرنا لمخالفته كانت لقونون، زعم أنه لا يحتاج إلى شيء مما استنبطه قونون في معرفة التقسيم. وليس زعمه حق: وذلك أنه إن كان ممكنًا أن يعلم أمر التقسيم من غير حاجة إلى هذه الأشياء، فإن معرفة بعضه تكون أسهل إذا علم من هذه الجهة. وبهذه الأشياء نعلم ما كان منه غير محدود أو ما كان على جهات كثيرة، وما لا يمكن أن يكون البتة. وفي التقدم في معرفة ذلك معونة كبيرة على إدراك الشيء المطلوب، وهذه الأشياء التي ذكرنا نافعة أيضًا في تحليل التقسيم، وهي مستحقة للقبول ولأن نعني بمعرفتها - ولو لم يكن لها هذه المنافع - لحالها في أنفسها، ولما فيها من البراهين، فإنا قد نقبل أشياء أخر كثيرة من العلوم التعليمية لهذا السبب وحده لا غير»

ولا اختلاف يذكر هنا بين النص اليوناني لهذه الرسالة والنقل العربي.

يريد أبلونيوس إذن في هذه المقالة مواصلة البحث الرياضي الذي بدأه سابقوه من مدرسة قونون الإسكندراني، وأن يصل بهذا البحث الرياضي إلى منتهاه. ولكي يتم هذا كان عليه اكتشاف نظريات هندسية جديدة.

هدف هذا البحث هو تحديد أكثر عدد من النقاط يمكن أن تتقاطع عليها قطوع المخروطات بعضها مع بعض، أو مع الدائرة. وإذا ترجمنا هذا بلغة الجبر التي لم يكن يعرفها أبلونيوس سيرجع هذا إلى حل معادلة جبرية من الدرجة الرابعة لا يساوي معامل الحد الأعلى الصفر، مما يفترض حسابات طويلة ومعقدة.

ولا نعرف لهذه المقالة تحريراً آخر غير هذا التحرير الذي أرسله إلى أطالوس، فمن المفروض إذاً ألاّ نجد فروقًا بين النص اليوناني المحقق والترجمة العربية.

وخالفت نتائج البحث هذا الفرض، وهذه بعض النتائج:

١- عدد نظريات النص اليوناني سبع وخمسون، بينما عدد نظريات الترجمة العربية ثلاث وخمسون.

٢- يتضمن النص اليوناني نظريات لا وجود لها في الترجمة العربية ٧، ٢١، ٢٣. ولكن عند فحص براهين هذه النظريات تبيّن لي أن بعض الشروط تنقصها حتى تصح. ولا يمكن أن ينسى أبلونيوس مثل هذه الشروط الناقصة. ولنأخذ مثلاً النظرية السابعة من النص اليوناني التي أحد شروطها أن يوازي الخط القاطع للقطع الزائد الخط الذي يقرب من القطع إلى ما لا نهاية. ويصرح النص اليوناني أن هذا الشرط قد فرض في النظرية السابقة - أي السادسة، وهذا غير صحيح.

٣ - يتضمن النص العربي نظريات لا وجود لها في النص اليوناني ٢، ٢٤. ويبيّن الفحص الرياضي لهذه النظريات أنها تنقص النص اليوناني الذي لا يستقيم بدونها، وهذا يؤكد أنها فقدت من النص في وقت ما.

٤ - يختلف ترتيب النظريات بين النصين، وهذه أرقام النظريات في النصين

يوناني	١٧	١٩	٢٢	١٨	٢٠	٢٤
عربي	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠

ومما يلفت النظر في هذين الترتيبين موضع النظرية الثامنة عشرة في النصين. فلا يمكن بحال أن يكون هذا موضعها مع اختلاف الترتيب. ويبيّن الفحص الرياضي أن الترتيب التسلسلي والمنطقي اللازم لإقامة البراهين على هذه النظريات هو ترتيب النص العربي.

٥ - حررت بعض نظريات النص اليوناني دون البراهين - ٢، ٣، ١٠، ١١، ١٩؛ وهذا لا يتسق مع أسلوب أبلونيوس الرياضي، ولا مثيل لهذا في مقالات أبلونيوس الأخرى ولا في كتبه. وعلى عكس ذلك في الترجمة العربية فلا توجد نظرية واحدة بدون برهان.

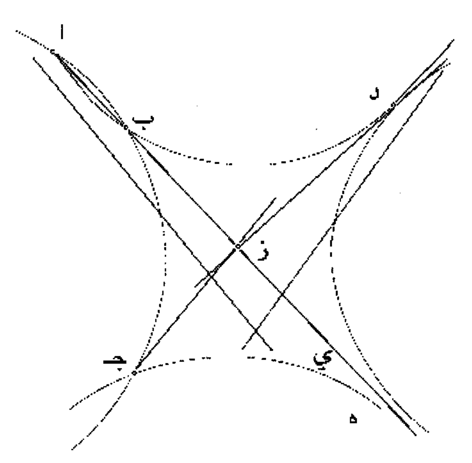
٦ - نجد في النص اليوناني بعض النظريات مع برهان مختصر - ٢، ٥، ٨، ٢٠ - وهذا أيضاً يخالف أسلوب أبلونيوس في مقالاته وكتبه. أما عن البراهين في الترجمة العربية فهي محررة بدقة ومع التفاصيل اللازمة.

٧ - بعض البراهين في النص اليوناني غير صحيحة. ولا يمكن أن يعزى الخطأ

إلى أبلونيوس، ولنأخذ مثلاً النظرية الثالثة والأربعين من النص اليوناني. ومنطوقها في الترجمة العربية هو التالي[5]:

«– مج – إذا ماسّ قطع زائد أحد القطعين المتقابلين على نقطة وقطع القطع الآخر منهما في موضعين، فإن القطع المقابل له لا يلقى أحد القطعين المتقابلين.

فليكن قطعان متقابان عليهما ا ب جـ د، وليكن قطع ما زائداً، عليه ا ب د، وليقطع هذا القطع قطع ا ب جـ على نقطتي ا ب، وليماس قطع د على نقطة د. وليكن القطع المقابل لقطع ا ب د قطع ه. فأقول: إن قطع ه لا يلقى واحداً من قطعي ا ب جـ د.



فإن أمكن أن يلقى أحدهما، فليلق قطع ا ب جـ على نقطة جـ. ونصل خط ا ب، ونخرج من نقطة د خطًا مماسًا للقطعين، فهو يلقى خط ا ب، كما تبين من الشكل كه من المقالة ب. فليلقه على نقطة ز؛ فنقطة ز هي فيما بين الخطين اللذين لا يقعان على قطع ا ب د؛ والقطع المقابل لهذا القطع هو قطع جـ ه. فالخط الذي يخرج من نقطة جـ إلى نقطة ز إذا أنفذ، صار في داخل زاوية ب ز د. وأيضًا، فلأن قطع ا ب جـ قطع زائد، وقد لقيه خطا ا ب جـ ز، ووقوع خط ا ب لا يحيط بنقطة جـ، فإن نقطة ز فيما بين الخطين اللذين لا يقعان على قطع ا ب جـ. والقطع المقابل لهذا القطع هو قطع د، فخط جـ ز يقع إذا أخرج من نقطة ز، في زاوية

[5] *Ibid.*, p. 193-194.

د ز ي، لأن د ز يماس قطع د المقابل لقطع ا ب جـ، فهو لا يلقى قطع ا ب جـ. فخط جـ ز يقطع ا ز وليس نقطة جـ في داخل زاوية ا ز د ؛ فخط جـ ز يقع داخل زاوية د ز ي، هذا خلف. وذلك أن هذا الخط قد كان تبين أنه يقع، إذا أنفذ، في زاوية ب ز د؛ فليس يقع قطع ه على أحد قطعي ا ب جـ د؛ وذلك ما أردنا أن نبين.»

برهنت هذه النظرية في النص اليوناني ببرهان الخلف، وارتكب خطأ في البرهان تنبّه إليه ابن أبي جرادة من القرن الثالث عشر، ثم تنبّه إليه الإيطالي Commandino عند نشره لنص أطوقيوس. أما في الترجمة العربية فلقد برهنت هذه النظرية ببرهان مباشر لا ببرهان الخلف، وبدون أدنى خطأ.

ومما يلفت النظر أن أطوقيوس في الشرح الذي نشره لكتاب *المخروطات*، الذي لم يترجم إلى العربية، نقل برهاناً لهذه النظرية وجده في مخطوط آخر لهذا الكتاب. وهذا البرهان برهان مباشر، بل هو نفس البرهان المحرر في الترجمة العربية، مما يدل على أن النص المترجم هو بالفعل نص أبلونيوس.

٨- هناك أخطاء في تقرير أو منطوق بعض النظريات في النص اليوناني إذا اعتبرناه على ما هو عليه. ومثال ذلك منطوق النظرية الأولى. وهذه ترجمة بداية منطوق هذه النظرية في تحقيق أطوقيوس «إذا كانت نقطة داخل قطع مخروط أو محيط دائرة، وأخرج من تلك النقطة خطان يقعان على القطع، وكان أحدهما مماساً والآخر يقطع القطع على نقطتين ... الخ».

وإذا فحصنا بعناية منطوق هذه النظرية في النص اليوناني نجده غير صحيح، لأنه لا تسري هذه النظرية بهذا المنطوق على قطع مخروط أي قطع كان، بل فقط على القطع المكافئ والقطع الناقص والدائرة. ولكي يسري هذا المنطوق على أي قطع مخروط، أعني بما فيه القطع الزائد والقطعين المتقابلين، لا بد من زيادة الشرط التالي: أن تقع هذه النقطة بين الخطين اللذين لا يلقيان القطع وإن أخرجا إلى ما لا نهاية.

أما منطوق هذه النظرية في الترجمة العربية فلا خطأ فيه ولا ينقصه شرط ما.

٩- يختلف بعض الرسوم الهندسية بين النصين، كما تختلف أحياناً الحروف التي على الرسوم.

١٠ - لا تختلف النظريات الأخيرة من النصين:

يوناني	٤٥	٤٦	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٦
عربي	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٥٠	٥٢

وبالجملة يبيّن الفحص المتأنّي لمضمون المقالة الرابعة في كلا النصين أن هناك حوالى عشرين نظرية لا يختلف فيها النصان وأن الباقي، وهو ثلاثون نظرية تقريباً - ليس أمرها كذلك. وهذا الاختلاف يؤكد أن المخطوطة اليونانية التي كانت تحتوي على المقالات السبع هي التي ترجمت، وأن هذه الترجمة هي التي بين أيدينا. ففي هذه الترجمة نجد مقالة متسقة المضمون، متسقة الترتيب، متسقة الأسلوب، سواء أ كان أسلوب التحرير أو الأسلوب الرياضي. والأمر ليس على هذه الصورة في النص اليوناني، عدا النظريات الأخيرة، أي من الخامسة والأربعين إلى السادسة والخمسين. وتبيّن أيضاً أن النص اليوناني ينقسم إلى فئتين: ما قبل النظرية الرابعة والأربعين وما بعدها.

وهنا يواجه محقق هذه النصوص سؤالاً جديداً: ما سبب هذا الاختلاف بين النصين - اليوناني والعربي. أ يرجع هذا إلى تحقيق أطوقيوس أم إلى المترجمين العرب خاصة أنهم من كبار الرياضيين؛ أو بعبارة أخرى أ علة هذا الاختلاف تكمن فيما ارتكز عليه أطوقيوس من مخطوطات لم يكن من بينها المخطوط السليم، أم تكمن في تصحيح المترجمين العرب لنص سقيم؟

للإجابة عن هذا السؤال على المحقق أن يرجع إلى تاريخ النصوص الرياضية، اليونانية والمترجمة إلى العربية وما ألفت أيضًا بالعربية في هندسة المخروطات وفي الهندسة الجبرية. أما عن المراجع اليونانية، فليس هناك إلا تعليقات پاپوس الإسكندراني على كتاب المخروطات، وكذلك شرح أطوقيوس للمقالات الأربع الأولى.

علّق پاپوس على كلّ مقالات كتاب أبلونيوس إلا المقالة الرابعة، وهذا غريب مريب. وتعليقات پاپوس ليست إلا مقدمات للبرهان على قضايا سهلة وفرعيه تركها أبلونيوس للقارئ حتى يبرهنها بنفسه. من الواضح إذاً أن پاپوس إما نسي هذه المقالة أو لم يعرفها. إذا نظرنا إلى شرح أطوقيوس سيقابلنا أمر آخر غريب. خصّص أطوقيوس للمقالة الأولى ستين صفحة من طبعة Heiberg، وللثانية اثنتي عشرة صفحة، وللثالثة عشرين صفحة، ولم يخصص للرابعة، على الرغم مما تثيره من مشكلات، إلا ثلاث صفحات ونصف. وهذه الصفحات تتضمن صياغة أخرى للنظرية الرابعة والعشرين وجدها في مخطوط آخر لمقالة أبلونيوس، وهذه الصياغة هي تلك التي نجدها في النص العربي. ونجد أيضًا في هذه الصفحات برهانًا آخر للنظرية الثالثة والأربعين وجده في مخطوط لكتاب أبلونيوس. وهذا البرهان هو ما وجدناه في الترجمة العربية. وإن دل هذا على شيء فهو يدل على وجود تراثين مخطوطين للمقالة الرابعة من كتاب أبلونيوس حتى القرن السادس الميلادي. يبقى السؤال حول المقالات الست الباقية لمعرفة طبيعة تحقيق أطوقيوس. لن أدخل هنا في تفاصيل هذا الأمر، وسأقف فقط على نتيجتين أدى إليهما فحص هذه المقالات وتحقيقها.

١- عند دراسة هذه المقالات تبيّن لي يقينًا أنه لم يتهيأ لأطوقيوس الاضطلاع على المقالات الثلاث الأخيرة - الخامسة والسادسة والسابعة - رغم زعمه عكس ذلك.

٢- وتبيّن أيضًا عند تحقيق المقالات الثلاث الأولى، ومقابلة الترجمة العربية بالنص اليوناني، أن هذا الأخير هو التحرير الذي أرسله أبلونيوس إلى أديموس، وهو التحرير الذي نقّحه أبلونيوس مرة أخرى قبل أن يرسله مع المقالات الأخرى إلى أطالوس. وهذا التنقيح، على الرغم من أهميته، لم يغيّر جوهر هذه المقالات.

أثبتنا إذاً أن تحقيق أطوقيوس ينقسم إلى جزءين منفصلين: الأول هو تحقيق التحرير الذي سينقحه أبلونيوس قبل أن يرسله إلى أطالوس، والثاني هو تحقيق لمخطوط مضطرب للمقالة الرابعة.

وبمقابلة هذا التحقيق بالترجمة العربية التي بين أيدينا الآن تبيّن يقيناً أن هذه الترجمة هي نقل لتحرير أبلونيوس المنقح للمقالات الثلاث الأولى، والذي أضيف إليه تحريره للمقالات الأربع الباقية التي أرسلها إلى أطالوس.

يمكن الآن الرد على السؤال الذي يجب على محقق النص وضعه: ماذا ترجم إلى العربية: تُرجم إليها التحرير النهائي للكتاب والذي بعث به أبلونيوس إلى أطالوس.

ولكن حسب شهادة أحمد بن موسى ترجم أيضاً تحقيق أطوقيوس. وبالفعل بقيت آثار من هذه الترجمة في نقل آخر لنص يوناني عنوانه «المرايا المحرقة وجوامع المخروطات» لمؤلف يُدعى دترومس، وكذلك في رسائل بعض رياضيي الإسلام مثل أبي جعفر الخازن ومحمد بن عبد الجليل السجزي.

ويبدو أن ترجمة تحقيق أطوقيوس لم يقدر لها البقاء نتيجة لوجود ترجمة مخطوط المقالات السبع.

يبقى سؤال أخير: ما أثر ترجمة تحقيق أطوقيوس على ترجمة المقالات السبع، خاصة ونحن نعرف أن الأولى تمّت قبل إنجاز الثانية؟ وللإجابة عن هذا السؤال يجب على المحقق دراسة لغة الترجمة. ينقل لنا تحقيق أطوقيوس نصًا يونانيًا بلغة أبلونيوس وعباراته. علينا إذاً مقارنة الترجمات المختلفة لنفس العبارة، أو لنفس الكلمة، ومحاولة استشفاف ما استعارته الترجمة الثانية من الأولى. فعلى سبيل المثال عندما نجد عبارة القطع الصنوبري لترجمة ἡ κωνυ τομή، ثم نجد فيما بعد ترجمتها «بقطع المخروط» في أغلب المواضع، ثم نجد نفس العبارة «القطع الصنوبري» عند من لجأ إلى الترجمة الأولى - إلى تحقيق أطوقيوس - مثل الخازن والسجزي؛ ثم نجد نفس العبارة عند من استعار من هذه الترجمة مثل من نقل كتاب «المرايا المحرقة وجوامع المخروطات»، نستطيع الجزم أن هذه العبارة هي من آثار الترجمة الأولى. والأمثلة على هذا كثيرة.

من الواضح إذن أنه لا يمكن لمحقق النص اليوناني إهمال الترجمة العربية إذا أراد إقامة نص على أسس علمية؛ كما لا يمكن لمحقق النص العربي تناسي

النص اليوناني، إن أراد كتابة تاريخ نصه وفهم عباراته. أما عن مؤرخ الرياضيات فلا يمكن له أن يقوم بعمله بدون الترجمة العربية لنص أبلونيوس، فهي التي حفظت لنا النص المنقح والنص السليم والنص الكامل. كل هذا يلزم إعادة كتابة تاريخ هندسة المخروطات. وهذا هو المشروع الذي أنجزنا منه أربعة مجلدات.

من البيّن إذاً أن على محقق هذه النصوص أن يكون على دراية باللغة العلمية العربية وبتاريخها وبتاريخ حركة الترجمة وعلى خصائص لغة كبار المترجمين مثل ثابت بن قرة، وأيضًا بالعلم نفسه.

فعليه حتى يمكنه التحقيق أن يحلل ما يتضمنه النص من قضايا ونظريات، وأن يتأكد من صحتها أو يبين خطأها، وأن يؤرخ له ويضعه وضعه الصحيح في تطور العلم نفسه. فتحقيق الآثار العلمية، مترجمة كانت أو مؤلفة، لا ينفصل عن التأريخ للعلم.

سادسًا: شروح الحسن بن الهيثم على مجسطي بطلميوس

نسب ابن أبي أصيبعة في *طبقات الأطباء* لمحمد بن الحسن بن الهيثم شرح كتاب *المجسطي* لبطلميوس، وتبعه في ذلك جمهرة المفهرسين وبعض المؤرّخين المحدثين. ونسب المفهرسون والمؤرّخون المحدثون جميعهم للحسن بن الهيثم كتاباً عنوانه «في هيئة العالم»: وهو على نحو ما شرح لمجسطي بطلميوس.

وأدى كل هذا، وكذلك ما وصلنا من مخطوطات، إلى اختلاط الأسماء والعناوين. فظن البعض أن محمد بن الحسن هو الحسن بن الحسن، وأن هذه الشروح هي للرياضي والفيزيائي الحسن بن الحسن بن الهيثم.

السؤال إذن: هل شرح الحسن بن الهيثم كتاب *المجسطي* لبطلميوس، ومن ثم هل سار عالم القاهرة المعزية على درب سلفه الإسكندراني؟ هل وقف ابن الهيثم في شروحه ومؤلفاته في الفلك على نقد بطلميوس هنا وهناك هادفًا بهذا إصلاح ما جاء به، أم تجاوزه إلى ما لم ينله هذا الأخير؟ هذه الأسئلة هي ما سأحاول الإجابة عنها في الوقت المحدد.

ولكن قبل البدء علينا الإجابة عن سؤال آخر كمقدمة للسؤالين السابقين: هل كان ابن الهيثم مثل نصير الدين الطوسي من بعده مثلاً من شراح القدماء، وماذا تعني على وجه التحديد كلمة «الشرح»؟ هل تعني التسهيل أم التنقيح، أم الإصلاح أم أن هناك فنونًا عديدة من أدب الشرح؟ وحتى نرى ما تعني الكلمة عند ابن الهيثم علينا التذكير باستعماله لها.

هناك ثلاثة مصادر أساسية لمؤلفات ابن الهيثم، الأول منها قائمة ذكرها القفطي (568/1172-646/1248) في *تأريخ الحكماء* تحت اسم «ابن الحسن بن الهيثم

أبو علي المهندس المصري نزيل مصر صاحب التصانيف والتواليف المذكورة في علم الهندسة» (١٦٥-١٦٨). ويعطى القفطي قائمة تتضمن إحدى وسبعين رسالة كلها في العلوم الرياضية. أما المصدر الثاني فهو من القرن الثاني عشر الميلادي، بل هو أقدم مصدر نعرفه لمؤلفات ابن الهيثم، وهو مصدر مخطوط يبدأ ناسخه برسالة أولها «قال محمد بن الحسن، أما بعد ...» وفيها يقصّ محمد بن الحسن سيرة حياته، ثم يذكر مؤلفاته الغزيرة في شرح أرسطو وشرح جالينوس والرد على المتكلمين، وكذلك في شرح بعض كتب الأوائل مثل *أصول* أقليدس ومجسطي بطلميوس. بعد هذه الرسالة المنسوخة سنة 556/1161 بالنظامية ينقل الناسخ «فهرست مصنفات الفارابي بحسب ما نقل من خط ابن المرخم وهو أحد قضاة بغداد بين سنة 1146 وسنة 1160. بعد هذا ينقل ناسخ هذه المخطوطة حسب قوله «فهرست كتب الحسن بن الحسن بن الهيثم»؛ وكل ما ذكره من الكتب فهو في العلوم الرياضية وهي موجودة على قائمة القفطي. وهكذا لم يخلط الناسخ بين رسالة محمد بن الحسن التي يسرد فيها سيرته ويثبت مؤلفاته، وفهرست الحسن بن الحسن بن الهيثم. بل بعد أن أنهى الرسالة بتاريخها وكتب فهرست ابن المرخم لكتب الفارابي نسخ فهرست وجده لكتب الحسن بن الهيثم.

أما المصدر الثالث فهو عيون *الأنباء* لابن أبي أصيبعة (596/1200-668/1270) الذي نسخ رسالة محمد بن الحسن، تحت اسم أبو علي محمد بن الحسن بن الهيثم ثم نقل بعدها مباشرة كما يقول: «فهرست وجدته لكتب ابن الهيثم إلى آخر سنة تسع وعشرين وأربعمائة» وهذه القائمة الأخيرة فقط هي التي تحتوي على عناوين الكتب التي وجدناها على قائمة القفطي وعلى القائمة الأخرى المخطوطة. فالخلط بين رسالة محمد بن الحسن وقائمة كتب الحسن بن الحسن لم يكن في المخطوط المنقول سنة 556/1161 بل بعدها بأكثر من نصف قرن على الأقل، وللأسف لم ينتبه لهذا المرحوم Heinen الذي حقق رسالة محمد بن الحسن ولا المفهرسون الآخرون، وتناسوا قائمة كتب الفارابي التي تفصل بينهما. فعلى تصاريف الأحوال أوقع تشابه الاسمين المفهرسين والمؤرخين في الخطأ منذ منتصف القرن الحادي عشر تقريباً إلى

وقتنا هذا[1].

كان حقًا عليّ واجبًا عند بدء تحقيقي ودراستي لمؤلفات ابن الهيثم الرياضية التأكد من عدد رسائله وعناوينها وصحة نسبتها إليه، خاصة وكما رأينا قد اختلط الأمر على ابن أصيبعة ومن تبعه بين محمد بن الحسن والحسن بن الحسن بن الهيثم، وأثبت عندئذٍ أن عدد الرسائل التي تنسب إلى الحسن بن الهيثم لا تزيد على ست وتسعين رسالة. سنرجع إلى هذا الخلط بين محمد والحسن فيما بعد.

إذا نظرنا إلى عناوين هذه الرسائل لا نجد كلمة شرح إلا ثلاث مرات، لا غير، وهي :

١- شرح مصادرات كتاب أقليدس

٢- شرح قانون أقليدس

٣- شرح الأرثماطيقي على طريق التحقيق.

أما «شرح مصادرات كتاب أوقليدس» فموضوعه هو إرساء مصادرات كتاب *الأصول*، أي مصادرات الهندسة الأقليدية على أسس نظرية متينة، ففيه يأخذ ابن الهيثم في بيان ما تقوم عليه هذه المصادرات، وذلك بإدخال مفهوم الحركة - الذي أبعده أقليدس وأرسطو - في الموضوع الرياضي، وفيه يعطي ابن الهيثم برهانه الهام للمصادرة الخامسة. فكلمة شرح هنا تعني إعادة بناء الأسس والأركان وإخراج ما اعتبر مصادرة إلى ميدان المبرهنات ثم إقامة البرهان عليها، فالكلمة لا تعني التفسير اللغوي ولا حتى التفسير المفهومي.

أما الكتاب الثاني وهو «شرح قانون أقليدس» فلا نعرف عنه شيئًا. أما الكتاب الثالث، أعني «شرح الأرثماطيقي على طريق التحقيق» فلقد ضاع أيضًا، إلا أن العنوان يدل على المضمون. فكتاب الأرثماطيقي هو كتاب لنيقوماخوس الجراشي نقل إلى العربية مرتين، الأخيرة منهما لثابت بن قرة. وهذا كتاب في علم العدد

---

[1] على سبيل المثال بعد أن أنهى الناسخ نقل رسالة محمد بن الحسن وذيلها، نسب إليه مقالتين للحسن بن الهيثم، وكتب «وله مقالة في الضوء، وأيضًا مقالة في قوس قزح».

اليوناني حرّره مؤلفه حسب التقليد الفيثاغوري بدون براهين. يبدو إذاً أن ابن الهيثم قام بالبرهان على ما تضمنه من قضايا، كما تدل على ذلك عبارة «على طريق التحقيق».

لم يكن ابن الهيثم يقصد بكلمة شرح إذاً تفسير المبهم ولا تبسيط المعقد لتسهيل الفهم على المبتدئين، ولكنه كان يعني تجديد القديم والذهاب به إلى أبعد ما يمكن أن يؤدي إليه البحث؛ فالشرح هنا هو تأسيس وكشف وإبداع، أي ضرب من ضروب البحث العلمي. وأقرّ هنا أني لا أعرف كتاباً واحداً للحسن بن الهيثم يقوم فيه بالشرح التعليمي، بل حتى ما كتبه للصناع في الهندسة حول قياس المساحات والحجوم أو حول صنع الآلات مثل الرخامات الأفقية أو بركار لرسم الدوائر العظام وغيرها، فهو في كلّ هذا يعطي الأسس الهندسية اللازمة لهذا العمل أو ذاك حتى يتقن الصانع عمله.

هذا هو ما قام به ابن الهيثم في شروحه الرياضية. نستطيع الآن أن نضع سؤالنا على وجه أدق. هل من الممكن أن يقوم من كان هذا تصوره للشرح في الرياضيات بتبسيط *المجسطي* وتسهيله للمبتدئين؟ فلنرجع أولاً إلى مؤلفات الحسن ابن الهيثم الفلكية.

يمكن ترتيب مؤلفاته في هذا الميدان في ثلاث مجموعات. تتضمن الأولى منها عشر رسائل، يدرس فيها ابن الهيثم الحسابات الفلكية مثل خطوط الساعات والرخامات الأفقية، والقبلة وارتفاع القطب... الخ. فهي رسائل تقنية رياضية يصل فيها ابن الهيثم إلى ما لم يصل إليه من سبقه. أما المجموعة الثانية فهي مؤلفة من رسالتين في الإرصاد وما يقع فيه من أغلاط. من البيّن أن هاتين المجموعتين لا تتعلقان بشروح بطلميوس ولا غيره.

يختلف أمر المجموعة الثالثة فهي تحتوي على رسائله في الهيئة. وتنقسم هذه المجموعة بدورها إلى فئتين، الأولى منهما تتكون من: ١- الشكوك على بطلميوس؛ ٢- تهذيب *المجسطي*؛ ٣- في حل شكوك *المجسطي*.

أما الفئة الثانية فتتكون من: ١- في حركة الالتفاف؛ ٢- في حل شكوك

حركة الالتفاف؛ ٣- في حركة القمر؛ ٤- في اختلاف ارتفاع الكواكب. أضف إلى هذه المجموعات بعض المتفرقات في المناظر الفلكية مثل ما كتبه في اختلاف المناظر والمجرة وعلم النجوم وغيره.

يكفي قراءة عناوين رسائل الفئة الأولى لمعرفة قصد ابن الهيثم عندما يذكر *المجسطي* وبطلميوس، فهو يشك ويهذّب، أي ينقد ويصحح. فهو يرفض في *الشكوك على بطلميوس* مفاهيم أساسية لهيئة بطلميوس مثل مفهوم معدل المسير ومفهوم نقطة المحاذاة لحركة القمر. ولا يقف، نقده عند هذا الرفض، بل يعيب على بطلميوس ما وقع فيه من تناقض بين ما فرض ما يجب أن تكون عليه حركات الكواكب والهيئة التي اقترحها بالفعل.

ولا يقف النقد على كتب الفئة الأولى، بل يعم الفئة الثانية أيضًا. فلنستمع إليه عندما يتكلم على بطلميوس في كتابه *في حل شكوك حركة الالتفاف*، يقول إلى مراسله:

«قد تبين لي من تضاعيف كلام مولاي الشيخ أنه يصدق قول بطلميوس في جميع ما يقوله من غير استناد إلى برهان ولا تعويل على حجة، بل تقليداً محضًا، وهذا هو اعتقاد أصحاب الحديث في الأنبياء، صلوات الله عليهم، وليس هذا اعتقاد أصحاب التعاليم في أصحاب العلوم البرهانية. ووجدته أيضًا يصعب عليه تغليطي لبطلميوس ويمتعض منه، ويظهر من كلامه أن بطلميوس لا يجوز عليه الغلط. ولبطلميوس أغلاط كثيرة في مواضع كثيرة من كتبه، فمنها أن كلامه في *المجسطي* إذا حقق فيه النظر، وجد فيه أشياء متناقضة، وذلك أنه قرر أصولاً للهيئات التي يذكرها، ثم أتى بهيئات للحركات مناقضة للأصول التي قررها، وليست موضعًا واحداً بل مواضع كثيرة».

للأسف فقد كتاب *في حركة الالتفاف* ولا نعرف عنه إلا ما أشار إليه نصير الدين الطوسي، ولكن هذا لا يكفي لمعرفة كنه الكتاب الذي نحاول جاهدين الوصول إليه. ولا يتوانى ابن الهيثم أيضًا عن نقد بطلميوس في كتابه في حركة *القمر*.

من البيّن أيضًا أن ابن الهيثم في هذه الكتب في الهيئة لم يقم بشرح *للمجسطي* ولكن بنقد له. وباختصار في كل ما نعرفه من كتبه لم نجد ما يمكن أن يطلق عليه لفظ «الشرح» بمعنى التفسير والتسهيل.

ظن بعض علماء الهيئة مثل مؤيد الدين العرضي أن ابن الهيثم وقف عند نقد بطلميوس ولم يقدم هيئة جديدة. وتبعت جمهرة المؤرخين هذا الظن الذي بدا صحيحًا إذا وقفنا على الكتب المذكورة سابقًا. ولكننا نبيّن في الجزء الخامس من كتابنا في *الرياضيات التحليلية* الذي يتضمن الكثير من كتب ابن الهيثم في الهيئة، أن هذا الظن لا يسري على كل ما كتب. فلقد ذهب ابن الهيثم في كتاب له إلى أبعد من تقديم هيئة جديدة، ففي هذا النص يقدم ابن الهيثم لأول مرة نوعًا من astronomia nova ، أي من علم الفلك الجديد، بمعنى أنه يصوغ لأول مرة نظرية ميكانيكية، kinematics لحركات الكواكب يدخل فيها الزمن كأحد المعاملات. وهذه النظرية تطلبت بحوثًا رياضية هامة جداً وجديدة في الرياضيات التحليلية وهندسة اللامتناهيات في الصغر. وهذه النظرية الجديدة لا تتضمن شيئًا عن الأسباب الفيزيائية لحركات الكواكب، أي لا تتضمن أيّ نوع من cosmology بالمعنى القديم، بل الهدف منها هو وصف دقيق - ظواهري - للحركات السماوية كما تبدو لراصد على الأرض. فلأول مرة في تاريخ علم الفلك - أي قبل Kepler - يصوغ ابن الهيثم نظرية لحركات الكواكب خالية تمامًا من كل ديناميكا بالمعنى القديم للكلمة، ففيها يرد ابن الهيثم الفيزياء إلى الهندسة. فمراكز الحركات هي نقط هندسية بدون أي مضمون فيزيائي، والمراكز التي ترتبط بها السرعة هي أيضًا نقط هندسية بدون أي معنى فيزيائي، بل زيادة على هذا لم يبق من الزمان الفيزيائي إلا بعد هندسي يسميه ابن الهيثم «الزمان المحصل». وباختصار في هذه النظرية لا محل للمعاني الفيزيائية للأجسام السماوية كأجسام فيزيائية. هذه النظرية الميكانيكية

kinematics الجديدة ليست على سنّة بطلميوس، ولا على سنّة أيّ من علماء الهيئة السابقين لابن الهيثم، ولكنها ليست بعد نظرية Kepler.

ليس المقام هنا هو مقام عرض ما أتي به ابن الهيثم وهو هام وجديد، ولكن فقط لبيان تطوره العلمي وما وصل إليه، فهو لم يشرح بطلميوس بل ينقده، ولم يقف عند هذا النقد بل اكتشف نظرية جديدة - بل علمًا جديداً - لحركات الأجسام السماوية.

كل هذا يهيّئ لنا السبيل لوضع سؤالنا على وجه دقيق: هل من المعقول أن يقوم من كتب كل هذا، أي من نقد بطلميوس في كل كتبه، ومن صاغ أول نظرية في الميكانيكا السماوية أن يقوم بتفسير *المجسطي* للمبتدئين أو يكتب كتاباً على مذهب بطلميوس في الحركات السماوية خالياً من البراهين الرياضية. أقل ما يمكن أن يجاب به عن هذا السؤال، أن هذا لا يتسق مع نهجه ولا مع عمله. كيف يمكن إذاً أن يُنسب إليه كتابان هذا أسلوبهما.

يُنسب إلى الحسن بن الهيثم كتابان عند المفهرسين وبعض المؤرخين أحدهما «شرح المجسطي» والآخر «في هيئة العالم». وهذان الكتابان يختلفان في المضمون والأسلوب عن كل الكتب المذكورة سابقًا والتي لا يشك في نسبتها إلى ابن الهيثم. فالأمر هنا لا يتعلق فقط بصحة هذه النسبة أو خطأها تاريخيًا، ولكن أيضًا بفهم إسهام ابن الهيثم العلمي. فلنبدأ بكتاب «شرح المجسطي».

لا نجد هذا الكتاب على قائمة مؤلفات الحسن بن الهيثم التي ذكرها القفطي وابن أبي أصيبعة والمخطوط المذكور سابقًا، ولكننا نجده فقط على قائمة محمد بن الحسن. فهو يذكر من بين كتبه «شرح المجسطي» أو كما قال «شرح المجسطي وتلخيصه، شرحًا وتلخيصيًا برهانيًا، لم أخرج منه شيئًا إلى الحساب إلا اليسير، وإن أخر الله في الأجل وأمكن الزمان من الفراغ، استأنفت الشرح المستقصى لذلك الذي أخرجه به إلى الأمور العددية والحسابية» (262 ابن أبي أصيبعة) هذه واحدة. والأخرى هي أن مخطوط الجزء الأكبر من «شرح المجسطي» وصل إلينا في مخطوط بمكتبة أحمد الثالث - طوب قابي سراي رقم 3329/2 - منسوبًا بما لا يدع للشك

سبيل إلى محمد بن الحسن، مرة في أول المخطوط بعد البسملة في العبارة التالية «قال محمد بن الحسن: إنا نريد أن نحصل في هذا الباب ... الخ». ومرة أخرى ص. ١٢٢-ظ أقل ما يمكن أن يقال إن هاتين الملاحظتين تبعثان على التساؤل عن صحة نسبة الكتاب. علينا الآن أن نفهم ماذا يقصد محمد بن الحسن بالشرح، يقول:

> «وجدت جمهور من شرح هذا الكتاب (المجسطي) إنما كان أكثر قصده تبين أبواب الحساب وتفريعها وذكر وجوه لها غير ما ذكره بطلميوس من ذلك دون أن يكشف الغامض عن معانيه، كالنيريزي الذي أشحن كتابه بتكثير ضروب أبواب الحساب معتمداً تعظيم ما صنفه وتفخيمه. رأيت أن أقول في شرح الكتاب قولاً يكون أكثر اعتمادي فيه إيضاح ما تلطف من المعاني على فهم المتعلمين، وأضيف إلى ذلك شرح ما يتعلق منه بحساب الزيجات ما تجاوزه بطلميوس، وأوجز بترك إيراده تعويلاً على الخواطر المحمودة في استخراج ذلك واستنباطه من الأصول التي أوردها بطلميوس كتابه، ما فيه مقنع وكفاية لمن له أدنى قريحة، وأكون في ذلك مفسراً ملخصًا للمعنى الذي أقصد الكلام عليه معولاً في ألفاظه على ما ورد منها كتاب *المجسطي*، حتى إذا وقف الطالب لعلم *المجسطي* على لفظ ذلك المعنى منه رجع في الشرح والتلخيص إلى ما أورده كتابي» [١-ظ].

ويقول أيضًا:

> «وما غرضي فيما أصنعه إلا التقريب للعلم والتسهيل للعمل، على أن قصد أكثر من تعرض لعلم *المجسطي* هو العلم الذي به تدرك علل الأعمال التي هي موضوعة لمن طلب هذه الصناعة» [٢-و].

من البيّن أن ما يقصده محمد بن الحسن بالشرح هو عمل تعليمي فيه يفسر ما قاله بطلميوس ويلخّصه بدون تقصير أو إسهاب، وأن يكون ذلك على جهة البرهان حتى يعطي صورة أمينة للكتاب.

وليس هذا هو الكتاب الوحيد الذي يلخص فيه محمد بن الحسن أعمال الآخرين، فهو نفسه يقول أيضًا من بين شروحه، «كتاب آلات الأظلال، اختصرته ولخصته من كتاب إبراهيم بن سنان». ولقد سلك فيه وفي غيره هذا النهج في الشرح. ومن حسن الطالع أن حصلنا على تلخيصه لمنالاوس الذي يقول فيه:

«وقفت على كتاب مانالاوس في الحيلة لتمييز أوزان ما في الأجرام المركبة من تلك الجواهر ... فرأيتُ أن ألخص هذه المقالة وأحققها حتى لا يخفى منها شيء على كل أحد ممن فيه ذكاء وتصور للأمور الهندسية».

ويقول أيضًا:

«وأنا ألخص فصلاً فصلاً من ذلك وأوضحه وأمثله وأضرب عن تطويله بإيراد البراهين ليسهل الوقوف عليه ولا يصعب».

في هذا الكتاب أيضًا كما في «شرح المجسطي» يأخذ محمد بن الحسن بنفس التعابير، فهو يلخص أحيانًا مع الاحتفاظ بالبراهين وأحيانًا يحذف البراهين. وعندما يحتفظ بالبراهين لا يتردد في أن يأخذ بما أتى به المحدثون، فهو يأخذ من الشكل القطاع لثابت بن قرة. ويكثر محمد بن الحسن كغيره من الشراح بالاستشهاد بالقدماء فهو يذكر أقليدس، أرشميدس، أبلونيوس، أوطوليقوس، إبسقليس، جالينوس... الخ. ومن المحديثين بني موسى، النيريزي... الخ. هذا أيضًا يتفق مع الهدف التعليمي الذي كان يسعى إليه محمد بن الحسن، الذي لا يتردد أن يتوجه إلى الطالب مباشرة بقوله «إعلم أيّها المبتدئ».

ولا يشير محمد بن الحسن في شرحه، ولو مرة واحدة، إلى الإشكالات التي يثيرها كتاب بطلميوس، أو كتاب ابن سنان، أو كتاب منالاوس، كما سيعمل نصير الدين الطوسي مثلاً من بعد.

هذا الأسلوب التعليمي له خواص أخرى، فمثلاً لا يتردد محمد بن الحسن في اللجوء إلى حجة فلسفية لينهي استدلالاً رياضيًا، مما لا يجوز بتاتًا عند الرياضيين.

هذا باختصار شديد حال «شرح المجسطي» لمحمد بن الحسن، فهو على قائمة

كتبه، وليس على القائمة التي تخص الحسن بن الهيثم. وزد على هذا أننا لا نعرف شرحًا واحداً للحسن بن الهيثم في أي فرع من فروع المعرفة تبنّى فيه هذا الأسلوب، ولن نجد للحسن بن الهيثم تلخيصًا لأي كتاب كان. والحسن بن الهيثم الذي كان من كبار رياضيي الإنسانية لم يلجأ ولم يكن يقبل بحال اللجوء إلى اعتبارات فلسفية عند القيام ببرهان رياضي. ولا تنحصر التناقضات بين أسلوب «شرح المجسطي» ورسائل الحسن بن الهيثم فيما ذكرنا، بل تتعداه إلى أبعد من ذلك بكثير؛ ففي «شرح المجسطي» يذكر محمد بن الحسن الكثير من المفاهيم الفلكية والمناظرية التي رفضها الحسن بن الهيثم رفضًا باتًا. فهو يأخذ بمفهوم معدل المسير ونقطة المحاذاة بدون تردد، وهو يفسر ظاهرة رؤية الكواكب أكبر حجمًا في الأفق عمّا هي عليه في السمت بالانعكاس، كما فسرها الكندي من قبل، فهو يكتب:

«وأما ما يظهر من عظم الكواكب عند الآفاق وتجاوزه الحد الذي ترى به في وسط السماء، فليس سببه البعد والقرب، لأنه لو كان هذا هو السبب في ذلك لوجب أن نرى الكواكب مختلفة الأقدار عند الآفاق وفي وسط السماء من النواحي المختلفة من الأرض بحسب بعدها وقربها من مسامتة الكواكب، ولكن لأن بخار الرطوبة محيط بالأرض فهو معترض بين البصر والسماء، يكون الكوكب في الأفق أغوص منه في البخار عند وسط السماء فلذلك يرى أعظم كالشيء الذي يلقى في الماء، فيكون كلما اشتد غوصه فيه يظن أعظم» [٥ظ- ٦و].

ثم يفسر هذا بالانعكاس، أو كما قال:

«الشعاعات البصرية تنعكس عن سطوح المبصرات على زوايا متساوية وخطوط مستقيمة ... وأن هذه الخطوط تنفذ في أجسام الأشياء الشفافة فتنتهي إلى الشيء الغائص؟ في تلك الأجسام فيقع الإبصار بالشعاعات المنعكسة» [٦و-٧ظ].

ولقد كتب الحسن بن الهيثم أكثر من مرة حول تلك الظاهرة، آخذاً في

تفسيرها بالانعطاف لا بالانعكاس، وذلك قبل سنة ١٠٢٧، أي في نفس الفترة التي كتب فيها محمد بن الحسن «شرح بطلميوس».

هناك تناقضات عديدة غير تلك التي ذكرناها بين ما نجده في «شرح المجسطي» وما نجده في رسائل الحسن بن الهيثم، مثل مفهوم «المكان». فمحمد بن الحسن يأخذ بالحد الأرسطي للمكان عندما يكتب «والمكان إنما هو سطح يتماس عليه جسمان، أحدهما محوي والآخر حاوٍ [٤-و]»، وهذا ما ينتقده الحسن بن الهيثم بشدة في رسالته في المكان التي يعرض فيها أول نظرية رياضية للمكان. وحسب هذه النظرية يكون مكان الجسم كما يقول الحسن بن الهيثم «هو أبعاد الجسم التي إذا جردت في التخيل كانت خلاء لا مادة فيه مساوياً للجسم شبيه الشكل بشكل الجسم»[2]. وهذه النظرية هي التي أثارت حفيظة المشائين الإسلاميين من أمثال عبد اللطيف البغدادي في رسالته في الرد على ابن الهيثم. وعبد اللطيف البغدادي هذا هو من فلاسفة القرن الثاني عشر وهو يعترف للحسن بن الهيثم بالفضل «في العلوم الرياضية، واسعُ الدسيعةِ في أنواعها، طويل الباع في علم الهيئة وعلم المناظر»، ولكنه يعيب عليه «قلة رياضيته بصناعة المنطق» مما لا ينطبق على محمد بن الحسن. كل هذا، وغيره كثير، لا يدع مجالاً للشك في أن «تحرير المجسطي» لا يمكن أن يكون من تأليف الحسن بن الهيثم، فهو كتاب لفيلسوف على دراية بعلم الهيئة، وليس كتاباً لرياضي مبدع، فهو من تأليف محمد بن الحسن شارح أرسطو وجالينوس ومؤلف كتاب «في المكان والزمان على ما وجده يلزم رأي أرسطوطاليس فيهما»، في حين أن الحسن ينقد بشدة مفهوم أرسطو للمكان.

أما الكتاب الثاني الذي نُسب إلى الحسن بن الهيثم فهو كتاب «في هيئة العالم»، وهو شرح *للمجسطي* على نحو ما، زاد مؤلفه فيه آراء في طبيعة الأجرام السماوية.

---

[2] R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IXe au XIe siècle*, vol. IV: *Méthodes géométriques, transformations ponctuelles et philosophie des mathématiques*, London, 2002, p. 685.

نال هذا الكتاب من الشهرة ما لم تنله كتب أخرى أهم وأعمق. فلقد عرفه الخرقي مثلاً في كتابه الموسوم «في منتهى الإدراك في تقاسيم الأفلاك». ولكن من الملاحظ أن هذا الكتاب لم يكن له أثر كبير عند رياضيي الإسلام، فلم يذكره - حسب علمي - كبار علماء الهيئة. ولكن على عكس ذلك كان كبير الأثر في العصر الوسيط الأوروبي، فلقد ترجم إلى العبرية ومنها إلى اللاتينية. ولعل أهم أسباب شهرته ونجاحه في أوروبا هو بساطة محتواه، وكذلك أخذه بهيئة بطلميوس على نحو مبسّط خالٍ من الرياضيات.

حفظ هذا الكتاب في ثلاثة مخطوطات، أحدها في قسطمنو بتركيا، والثاني بالمكتب الهندي بلندن، والثالث بالمكتبة الحسنية بالرباط. يذكر نسّاخ هذه المخطوطات أن الكتاب هو للحسن بن الهيثم مع خطأ هنا وهناك في الاسم، فهو أحيانًا «أبو الحسن» بدلاً من «الحسن» كما في مخطوطي قسطمنو والرباط، مما يدل على تدخل النسّاخ. وأهم من هذا بكثير هو ما كتبه ناسخ مخطوط قسطمنو في ذيل النسخة، يقول «وكتب هذا الكتاب من النسخة التي نُسخ [كذا] من نسخة الشيخ أبي القسم السميساطي بخطه، ذكر أنه نقلها من نسخة بخط مصنف الكتاب الشيخ أبي علي الحسن بن الحسن بن الهيثم، وقابل عليها من أولها إلى آخرها في رجب سنة ست وسبعين وأربعمائة» (قسطمنو ٢٢٩٨، ص. ٣٤-و). وكُتبت بعد هذه العبارة عبارة أخرى تتضمن نفس المعنى وتعطي نفس التاريخ.

أخذ البعض هذه العبارة على أنها الدليل القاطع الذي لا يقبل الشك على أن هذا الكتاب هو للحسن بن الحسن بن الهيثم بل على أن الحسن ومحمد هما نفس الشخص. وإذا اعتبر ظاهر الأمر لكان حقًا كذلك، ولكان مؤلف الكتاب هو الحسن بن الهيثم، ولكان علينا الإقرار والتسليم أن هذا الأخير خلافًا لأسلوبه في كل كتبه الأخرى ألف شرحًا وصفيًا بدون براهين رياضية يتبع فيه بطلميوس في كل ما قاله وأشار إليه، مضيفًا إليه فقط جزءاً فلسفيًا طبيعيًا مستوحى من الفلسفة الأرسطية. ولكن عندئذٍ سنقع في تناقضات لا حلّ لها.

ولبيان هذا الأمر علينا التذكير ببعض الحقائق متجنبين الفروض والتخمينات. علينا الآن أن ننظر بتأنٍ إلى ما كتبه ناسخ المخطوط. يقول إن الأصل الذي عنه نقل هو للسميساطي الذي نقله على مخطوط للحسن بن الهيثم سنة 476/1083 . وأبو القسم السميساطي هو معروف لنا بما كتبه في الرياضيات، ولقد حققنا رسالته في هذا. وأيضًا كتب عنه المؤرخون الكثير، فابن العماد يذكره في *شذرات الذهب* تحت سنة وفاته 453/1061، يقول «وفيها (توفي) أبو القسم السميساطي واقف الخانكاه قرب جامع بني أمية بدمشق [...] علي بن محمد بن يحيي السُلمي الدمشقي، روى عن عبد الوهاب الكلابي وغيره، وكان بارعًا في الهندسة والهيئة، صاحب حشمة وثروة واسعة عاش ثمانين سنة» (بيروت، ج. ٢، ص. ٢٩١). توفي السميساطي إذن في نفس السنة التي توفي فيها ابن رضوان الطبيب، فكلاهما من معاصري الحسن بن الهيثم.

ويؤكد ما قاله ابن العماد الكثير من المؤرخين، مثل ابن عساكر، ياقوت، النعيمي، الذهبي...

يقول ياقوت في *معجم البلدان* تحت بلدة سميساط «وإليها ينسب أبو القاسم علي بن محمد السميساطي السُلمي المعروف بالجميش، مات بدمشق في شهر ربيع الآخر سنة 453، ودفن في داره بباب الناطفنين، وكان قد وقفها على فقراء المسلمين والصوفية، وكان يذكر أن مولده في رمضان سنة ٣٧٧» (ج. ٣، ص. ٢٥٨).

ويعطي الذهبي في *سيرة أعلام النبلاء* نفس الوقائع، إلا أنه يذكر أن مولده كان في شهر رمضان سنة 374. ويعيد النعيمي في *الدارس في تاريخ المدارس* وكذلك ابن تغري بردي في *النجوم الزاهرة* نفس الأخبار.

أجمع المؤرخون إذن على أن السميساطي توفي سنة 453/1061 وولد إما سنة 374/984 أو سنة 377/987، ومن ثم فقد عاش إما ٧٩ سنة أو ٧٦ سنة. ويبدو أن ابن العماد قد أخذ بالتاريخ الأول لأنه قال إنه توفي في الثمانين. وكل هذه التواريخ تناقض ما نقلناه من ذيل مخطوط قسطمنو. فلقد كتب ناسخ هذا

المخطوط أن صاحبنا نسخ «هيئة العالم» سنة 476/1083، أي بعد أن تجاوز المائة وهذا غير معقول، أو بعد وفاته باثنين وعشرين سنة، وهذا ليس من المحتمل !

هل كان هذا خطأ ارتكبه الناسخ؟ أم كان تزويراً مقصوداً لإعطاء هذه النسخة المخطوطة قيمة ليست لها؟ كل ما يمكن قوله إن هذا الخطأ لم يكن على سبيل السهو، فلقد حرص الناسخ على ذكر اسم السميساطي وإثبات تاريخ نقل هذا الأخير للكتاب. من البيّن أن ما كتبه ناسخ مخطوط قسطمنو، والذي هيأ للبعض أنه دليل على صحة نسبة «في هيئة العالم» للحسن بن الهيثم، لا يمكن أخذه على محمل الجد، فمثل هذا الدليل لا قيمة له البتة.

السؤال الآن: هل يمكن اعتبار «في هيئة العالم» من مؤلفات الحسن بن الهيثم في الهيئة، وهل كان الحسن شارحاً على نحو ما لبطلميوس؟

ذكرت فيما سبق أن هناك ثلاثة مصادر أساسية عن حياة وأعمال محمد بن الحسن وأيضًا عن مؤلفات الحسن بن الهيثم. وذكرت أيضًا أن أقدم هذه المصادر هو مخطوط مجهول المؤلف كتب سنة 1161 ميلادية. وذكرت أخيراً أن كاتب هذا المخطوط لا يخلط قط بين سيرة وقوائم مؤلفات محمد بن الحسن وقائمة لكتب الحسن بن الحسن بن الهيثم. أما المصدر الثاني فهو ابن أبي أصيبعة الذي خلط بين محمد بن الحسن والحسن بن الهيثم. وعلى الرغم من هذا الخلط لا يخفى على قارئٍ متأنٍ أن ابن أبي أصيبعة يذكر رسالة محمد بن الحسن أولاً، ثم يضيف إليها بدون أي ربط قائمة بمؤلفات الحسن بن الهيثم. أما المصدر الثالث فهو القفطي الذي يبدأ بسرد قصة حياة الحسن ثم يعطي قائمة برسائله ولا يذكر بتاتاً محمد بن الحسن. وهذه القائمة لا تتضمن كتاباً واحداً في الطب ولا في الأدوية المركبة ولا في الفلسفة، ولا في الكلام، ولا شروحًا لجوامع جالينوس ولكتب أرسطو - كما هو الحال مع محمد بن الحسن - بل تتضمن، كما هو متوقع، رسائل في العلوم الرياضية والمناظر.

فلنرجع الآن إلى كتاب «في هيئة العالم».

نجد هذا الكتاب مذكوراً في رسالة محمد بن الحسن التي حررها قبل سنة

417/1027 التي يقول فيها إنه في الثالثة والستين من عمره. ونجد أيضًا نفس العنوان على القوائم الثلاث لكتب الحسن بن الهيثم. والمخطوط الذي بين أيدينا ينسب هذا الكتاب للحسن بن الهيثم، ومن ثم نجد أنفسنا أمام عدة فروض: أولها أن هذا الكتاب هو كتاب محمد بن الحسن، ثم اختلط الأمر على النسّاخ لسبب ما فنسبوه إلى الحسن بن الهيثم حسب القانون المعروف «القروض للأغنياء فقط». ثانيها أن محمد بن الحسن والحسن بن الهيثم هما نفس الشخص. ولعل الفرض الثاني هو الذي يستحق النقاش هنا.

فلنفترض جدلاً أن محمد بن الحسن والحسن بن الهيثم هما نفس الشخص. وعلى الرغم من أن هذا الفرض لا يبرره دليل تاريخي واحد، وهو نتيجة لخلط ابن أبي أصيبعة بين الاسمين فقط، إلا أننا سنأخذ به على طريق قياس الخلف. هذا الفرض يعني أن هذا الشخص ولنسمه كما فعل ابن أبي أصيبعة «أبا علي محمد بن الحسن» قد حرر هذا الكتاب قبل سنة 1027، ثم أعاد تحريره محتفظًا بالعنوان نفسه، بدون أن يشير إلى ذلك في مقدمة كتابه (كل هذا غير محتمل) بين سنة 1027 وسنة 1038 حسب تواريخ القوائم، أي بين الثالثة والستين والرابعة والسبعين من عمره. ومن ثم قبل وفاته ببضع سنين. فنحن نعرف أن الحسن بن الهيثم توفي بعد 1040 بقليل، فهو إذن من أواخر مؤلفات أبي علي محمد بن الحسن المزعوم. وهذه النتيجة تؤدي إلى تناقضات تاريخية وعلمية بشعة لا يمكن التخلص منها؛ فلنبيّن بعضها.

أولاً: يبيّن الفحص المتأنّي المتقن لكل مؤلفات الحسن بن الهيثم ولما تبقّى من مؤلفات محمد بن الحسن، وكذلك لكل المصادر التاريخية وشهادات القدماء مثل فخر الدين الرازي وعبد اللطيف البغدادي، أن هذا الفرض مستحيل. ولكن لن ندخل في هذا الآن، لنقف فقط على «هيئة العالم».

ثانيًا: لقد لاحظنا من قبل أن كل الرسائل التي حررها الحسن بن الهيثم، وذكر فيها بطلميوس و*المجسطي* لها طابع نقدي صريح ومقصود. وهذا الطابع سنجده في رسائله الأخرى في الهيئة التي لا شك في صحة نسبتها إليه مثل «حل شكوك

حركة الالتفاف » أو « في حركة القمر » .

فإذا أتينا إلى كتاب « في هيئة العالم » فسنجد أن طابعه على نقيض ذلك. فمؤلفه يسير على خطى بطلميوس لا يحيد عنها قيد شعره أثناء شرحه لحركات الكواكب. يقول مؤلف الكتاب « وقولنا في كل الحركات إنما هو بحسب رأي بطلميوس فيها واعتقاده » ، هذا النهج كما يقول الحسن بن الهيثم هو نهج أصحاب الحديث لا نهج أصحاب التعاليم. يقول أيضاً مؤلف « في هيئة العالم » :

« فجميع الحركات الموجودات في جميع أجزاء العالم على ما فهمناه بقدر اجتهادنا من آراء أصحاب التعاليم وأرصادهم المدونة وعلى ما يوجد بالاستقراء ، وبحسب ما انتهى إليه فحص من عني بهذا العلم وخاصة بطلميوس، وإنا على بحثه وأرصاده اعتمدنا في جميع الحركات السماوية على ما قدمنا تفصيلها : سبع وأربعون حركة » .

لا غرابة إذاً لمن يسلك هذا النهج أن يأخذ بدون تمييز وبدون نقد بكل ما قاله بطلميوس في الهيئة وفي المناظر. وبالفعل يقول مؤلف الكتاب بمفهوم معدل المسير وبمفهوم نقطة المحاذاة... الخ ، أي بكل المفاهيم التي رفضها الحسن بن الهيثم، ويقول أيضاً بنظرية الشعاع البصري، أو كما يكتب « والشعاع يخرج من أبصارنا على شكل مخروط رأسه نقطة البصر وقاعدته سطح جرم المبصر » ، ويقول كذلك بالرأي الذي نقده الحسن بن الهيثم عن ضوء القمر، فيقول « ⟨والقمر⟩ جسم صقيل إذا قابلته الشمس قبل نورها واستنار بضوئها وانعكس ذلك النور من سطحه إلى الأرض، فأنارت به » .

حسب الفرض السابق هذا ما كتبه « أبو علي محمد بن الحسن » المزعوم بين سنة ١٠٢٧ وسنة ١٠٣٨ . فلنأت الآن إلى كتب الحسن بن الهيثم التي حررت قبل هذه الفترة أو أثناءها.

كتب الحسن بن الهيثم كتابه « في حل شكوك كتاب المجسطي » بعد رسالته « في الهالة وقوس قزح » المؤرخة بشهر رجب سنة ٤١٩ ، أي آب (أغسطس) سنة ١٠٢٨ ، ويقول في هذا الكتاب « وفي جميع المجسطي شكوك أكثر من أن تحصى »

[١٩٠-و] يذكر بعضها. ويخبرنا في هذا الكتاب نفسه أنه قد سبق له تحرير كتابه المعروف «المناظر» والذي فيه انتقد نظرية أصحاب الشعاع الذي يأخذ بها مؤلف «في هيئة العالم». ونعرف أيضًا أن الحسن بن الهيثم حرر كتابه الهام عن ضوء القمر قبل سنة ١٠٣١ والذي فيه ينتقد الرأي السائد حينئذٍ، الذي قابلناه في «هيئة العالم» والقائل إن القمر هو جسم مصقول يعكس ضوء الشمس، بل لأول مرة في تاريخ علم المناظر الفلكية يفسر ابن الهيثم تفسيراً علمياً دقيقًا هذه الظاهرة.

ويذهب الحسن بن الهيثم في نقده لبطلميوس حتى قبل كتابه المشهور «الشكوك على بطلميوس» إلى أبعد من هذا بكثير، كما رأينا «في حل شكوك حركة الالتفاف» الذي حرره قبل هذا الأخير، والذي فيه يقول أيضًا «لو أخذ جميع كلام بطلميوس على ظاهره من غير تأوّل فيه ولا في شيء منه لبطل أكثر *المجسطي*، والدليل على صحة هذا القول أنه استعمل في أكثر المعاني التي ذكرها في *المجسطي* الاقتصار بدون الشرح والتقريب دون التحقيق».

هذا ما كتبه الحسن بن الهيثم قبل تحريره لكتابه في الشكوك على بطلميوس الذي ذهب فيه إلى أبعد من ذلك. فهل من المعقول أن من كتب هذه الرسائل يكون هو مؤلف «في هيئة العالم» المتقيّد بسنّة بطلميوس؟

ليست هذه التناقضات هي وحدها التي تلزم من الفرض القائل أن محمد بن الحسن والحسن بن الهيثم هما نفس الشخص، وأن مؤلف «في هيئة العالم» هو الحسن بن الهيثم، بل هناك تناقضات أخرى لا تقل عنها شناعة.

أخذ مؤلف «في هيئة العالم» بما قاله بطلميوس في أفلاك الكواكب المتحيرة، إلا أنه أراد أن يفسرها كنتيجة لحركات بسيطة ومتصلة لأكر طبيعية. فلقد أراد - وهذا مشروعه - الجمع بين هيئة بطلميوس ونظرية طبيعية ملهمة من فلسفة أرسطو. وهذا الجمع يثير الكثير من الإشكالات الرياضية والتقنية التي لم يعرض لحلها بل حتى لوضعها مؤلف هذا الكتاب. فهذا الكتاب هو عمل فيلسوف لا عمل رياضي. وهذا يناقض ما نعرفه عن مؤلفات الحسن بن الهيثم الرياضية والفلكية والمناظرية. ففي كل مؤلفاته الفلكية يعالج بدون استثناء مسألة صياغة الحركات

السماوية التي يرصدها الراصد في نماذج رياضية متقنة. بل يذهب إلى أبعد من هذا بكثير، ففي بعض كتبه يلزمه هذا النهج إلى تطوير فصول رياضية جديدة ومبتكرة مثل حساب الفوارق المنتهية (calculus of finite differences) ، وحساب التغيرات.

ومن بين الفروق الهامة أيضاً بين ما نجده عند الحسن بن الهيثم ومؤلف «في هيئة العالم» هو عدد الحركات السماوية. لقد رأينا أن هذا الأخير يقول بسبع وأربعين حركة حسب رأي بطلميوس، أما الحسن بن الهيثم فهو يقول في الشكوك على بطلميوس بست وثلاثين حركة فقط. هذا وحده كافٍ لبيان أن الحسن بن الهيثم كان على دراية بما يتم في حين أن مؤلف «في هيئة العالم» كان يردد ما قاله بطلميوس. وكما كان يفعل محمد بن الحسن عند شرحه.

قد يقول قائل: ربما ألّف الحسن بن الهيثم «في هيئة العالم» في زمن الحداثة، ثم عدل فيما بعد عمّا فيه من آرائه، وهذا أيضاً فرض ضعيف واهٍ. فلقد بيّنا أنه إذا كان محمد بن الحسن والحسن بن الحسن هما نفس الشخص، لزم حسب ما هو مذكور في سيرة محمد بن الحسن وقائمة كتب الحسن بن الهيثم حتى سنة ١٠٣٨ أن يكون الكتاب قد حرر بين سنة ١٠٢٧ وسنة ١٠٣٨، ومن ثم لم يكن من مؤلفات زمن الحداثة، فلقد توفي الحسن بعد سنة ١٠٤٠ بقليل.

هذه التناقضات الناتجة من فرضنا أن محمد بن الحسن والحسن بن الهيثم هما نفس الشخص، وأن مؤلف «في هيئة العالم» الذي بين أيدينا هو الحسن بن الهيثم، تبيّن أن هذا الفرض فاسد لا يستقيم. من البيّن إذاً أن اختلاف المشروع العلمي، أعني المشروع الفلسفي إن صح التعبير لمؤلف «في هيئة العالم» ومشروع الحسن بن الهيثم الذي أدى في نهاية الأمر إلى تصور هيئة حركية kinematics ، واختلاف المنهج واختلاف الوقائع العلمية نفسها - مثل عدد الحركات السماوية - هي أدلة قاطعة على أن مؤلف «في هيئة العالم» لم يكن الحسن بن الهيثم، كما لم يكن هذا الأخير شارحاً *للمجسطي*. وهذه النتيجة تتفق مع البحث في تاريخ النص

نفسه، فلقد بيّنا أيضًا أن الدليل النصي الوحيد، أعني ذيل مخطوط قسطمنو هو دليل فاسد لا يمكن أن يعتمد عليه.

انتهينا في هذا العرض المختصر إلى فئتين من النتائج، الفئة الأولى منهما خاصة بالحسن بن الهيثم، أما الفئة الثانية فهي خاصة بالشروح.

١- يجب ألاّ نخلط بين الحسن بن الهيثم ومحمد بن الهيثم، كما سبق أن بيّنا في الأجزاء الخمسة من *الرياضيات التحليلية*.

٢- لم يكن الحسن بن الهيثم شارحًا لأي كتاب من كتب القدماء ولا من كتب المحدثين في الرياضيات أو الفلك بالمعنى المعروف، أي التعليمي أو التفسيري. فإن كان قد شرح مصادرات أقليدس فهو لوضع أسس متينة لهندسة أقليدس، وإن كان قد شرح الأرثماطيقي لنيقوماخوس فهو لكتابة البراهين التي لم يأت بها نيقوماخوس، ومن ثم فهو لوضع الكتاب على أساس رياضيي متين.

٣- أن الشارح هو الفيلسوف العالم محمد بن الحسن الذي كان مثل من سبقه من فلاسفة الإسلام مثل الكندي والفارابي، ومثل معاصره ابن سينا، وكذلك فلاسفة مدرسة بغداد، على علم بالعلوم الرياضية، وإن لم يكن له إسهام جديد هام.

٤- أن كتاب «في هيئة العالم» الذي نُسب إلى الحسن بن الهيثم قد أضلّ المؤرخين الذين أرجعوا إسهامه إلى ما لم يكن من مستواه. فلقد كان إسهامه في الفلك - كما بيّنا في الجزء الخامس من *الرياضيات التحليلية* - لا يقل أهمية عن إسهامه في المناظر، ففيه أيضًا أتي بالجديد ولم يتوقف على نقد بطلميوس والسلف، بل إن هذا النقد هيّأ إلى تصوره للفلك الجديد أو ما سمّيناه تقليداً astronomia nova.

أما الفئة الأخرى من النتائج فهي:

١- علينا أن نعرف بالدقة أين بدأت الشروح في هذا الميدان أو ذاك، كما علينا أن نفرق بين أنواع الشروح وأساليبها. فشرح الكندي لمناظر أقليدس تحت عنوان «في تقويم الخطأ والمشكلات التي لأوقليدس في المناظر» لا يتساوي مع شرح

نصير الدين الطوسي لنفس الكتاب. فالتقويم والتنقيح والتهذيب والتصحيح لا تتساوي مع التسهيل والتلخيص، وكل هذه هي أساليب مختلفة للشرح.

٢- علينا أن نبحث بتأنٍ وعلى نحو نقدي عن هوية المؤلفين وعن صحة ما ينسب إليهم، فما زال هناك الكثير من الخلط بين العناوين والرجال في التراث العلمي.

لقد رأينا مثلاً مع أحد علماء الرياضيين أن الخلط بينه وبين شخص آخر امتد إلى العبرية ومنها إلى اللاتينية، وأوقع الكثير من المؤرخين مثل المرحوم M. Schramm في الوهم عند تفسيره لرسالة «في ضوء القمر» في سفره الهام Ibn al-Haytham's Weg zur Physik.

٣- يؤدي البحث في الشروح - كما حدث معنا - إلى إعادة كتابة تاريخ المادة. ومن البيّن أن البحث التاريخي النقدي في الشروح يؤدي أحياناً إلى فهم أعمق للنص المشروح وكذلك لفكر الشارح ومستواه.

أخيراً، وليس آخراً، لا يمكن أن يتم البحث التاريخي النقدي للشروح بدون المعرفة المتعمقة بمضمون النص ومادته العلمية.

سابعًا: بين المتواري والمفقود:
أنماط من المخطوطات العلمية المطوية

عانت - وما زالت - مخطوطات العلوم الرياضية الاحتجاب والطيّ والضياع ما لم تعانيه مخطوطات المواد الأخرى. فإن كانت، كما يقول الدكتور يوسف زيدان «معارفنا التراثية الحالية لا تزيد على واحد بالمائة من مجموع هذا التراث». فمعارفنا التراثية عن العلوم الرياضية أقل من هذا بكثير. وأسباب هذا تاريخية وحضارية، بعضها مشترك بين ميادين التراث المخطوط وبعضها خاص بالعلوم الرياضية. والأسباب المشتركة تعود كلها إلى الركود الحضاري والثقافي للعالم الإسلامي، ركود امتدت فتراته وطالت، أهمل خلالها العلم والتعليم، ولم يبق من فروع الثقافة إلا تلك التي تتعلق بالممارسات الدينية. ومن الأسباب العامة أيضًا عدم وضوح الرؤية عن دور التراث في بناء الثقافة الوطنية الحديثة. فعلى الرغم من الحديث الطويل والمكرر منذ أكثر من قرن عن التراث والتجديد، فما زالت جمهرة الكتّاب ينظرون إلى التراث على أنه دين ولغة، وإلى المدينة الإسلامية دون أبعادها العلمية والتقنية والمدنية. وعلى الرغم من المحاولات الإصلاحية التي غلب عليها طابع التوفيق بين القديم والحديث، لم تؤخذ بعد الوسائل اللازمة والكافية للبحث في هذا التراث حسب أصول علمية نقدية أصيلة. هناك محاولات فردية مشكورة إلا أن كثيراً منها أقرب إلى مشاريع مستقبلية منها إلى دراسات فاحصة متعمقة. وعلى تصاريف الأحوال لم تتطور هذه المحاولات في المجتمعات الإسلامية والعربية إلى مؤسسات بحثية مستتبة مضمون لها البقاء إلا ما ندر. فمثل هذه المؤسسات لا تقوم إلا بالمال، بيد أن المال الذي لا توازه الخبرة العلمية ولا يدعمه فكر حرّ أصيل محكوم عليه بالسير في صحارى التيه بدون مرشد أو

دليل. أما الأسباب الخاصة بالعلوم الرياضية، فترجع إلى طبيعة هذه العلوم، فهي ميدان معرفة وتخصص يحتاج من يعمل فيها إلى ما يلزم المؤرخ والمحقق عامة، إضافة إلى دراية بهذا العلم أو ذاك. ومن ثم كان أصحاب هذه العلوم فئة قليلة العدد ضعيفة النفوذ الاجتماعي. وهذه العلوم بما تحتاجه من تعلم وممارسة لا يمكنها أن تكون واسعة الانتشار، ولهذا كانت مخطوطاتها، خلافًا لمخطوطات العلوم الدينية واللغوية والأدبية - قليلة «التناسخ». ومن هذه الأسباب الخاصة أيضًا - بل لعله أهمها - هو توقف البحث العلمي الجديد والمجدد، وذلك منذ القرن السادس عشر إن لم يكن قبل. فتوقف البحث والإبداع العلمي أدى إلى إهمال استشارة مخطوطات العلوم وإلى نسخها والعناية بها والحفاظ عليها. فضاع الكثير من الأصول ومن المؤلفات الأساسية التي كان لا يمكن الاستغناء عنها عند البحث الجديد المبدع، ولم يبق إلا نسخ فريدة، أو نسخ قليلة العدد ينقصها أوراق بل أجزاء. وهكذا نرى أن أغلب المجاميع الخطية تتضمن القليل النادر من هذه المخطوطات والكثير المتكرر من الشروح التعليمية أو من المؤلفات التبسيطية لمؤلفين من الطبقة الثانية من العلماء مثل ابن الياسمين وابن هيدور وابن المجدي، الخ.

ثم أعقب فترات الركود فترة استيراد العلوم من أوروبا في القرن التاسع عشر والقرن المنصرم، وكان هذا الاستيراد إما في اللغة الأوروبية التي كتب بها العلم الجديد، أو في ترجمة جديدة من هذه اللغة، فانقطعت الصلة بين القديم والحديث، وبات التراث العلمي غريبًا في بلاده، غريب المفاهيم وغريب اللغة، فاستمرت عدم العناية به وظل في أغلب الأحوال نسيًا منسيًا، إلا عند بعض المؤرخين الأوروبيين من أمثال Woepcke, Sédillot, Suter, Wiedemann والقليل من العرب مثل نظيف؛ ومن الملاحظ أيضًا أن مخطوطات العلوم الرياضية لم تحظ بما حظيت به مخطوطات العلوم الدينية والأدب والكلام... الخ. فلقد خرّجت المعاهد والحوزات الدينية من العلماء من تكفلوا بمخطوطاتها، فأخرجوا بعضها. لم يهيأ هذا للتراث العلمي وإن حاول البعض في العقود الأخيرة إنشاء مثل هذه المعاهد، إلا أن هذه المحاولات القليلة لم تنجح النجاح المنتظر.

أدى إهمال التراث العلمي وندرة العناية به وضياع مخطوطات الأصول وقلة تداول ما أنقذ منها إلى مشاكل حقيقية وصعبة يقابلها كل من أراد تحقيق هذا النص أو ذاك تحقيقاً علمياً متأنياً. والحديث عن هذه العقبات يطول ويتشعب ليقف بنا في نهاية الأمر أمام سؤال لا يمكن بحال تفاديه، وهو السؤال حول العلاقة بين تراث النص وتراث الفكر العلمي، والوسائل اللازمة لفهم كل منهما، ولفهم العلاقة بينهما. وقد حال هذا الارتباط الوثيق بين تراث النص وتراث الفكر دون إتقان التحقيق العلمي لمخطوطات العلوم. والإجابة - ولو جزئياً - عن هذا السؤال تلزمنا أن نقف أولاً على تراث النص لنناقش بعض أنماط تواري مخطوطات العلوم الرياضية وضياع أصولها.

فلقد واجه كلّ من تصدى لتحقيق ودراسة النصوص العلمية أنماطاً عدة من تواريها وفقدانها. يمكننا إحصاء أهمها، إحصاءً أولياً، قبل أن نتحدث عنها باختصار شديد، وهذه الأنماط هي:

١- المتواري أو المفقود نتيجة لتقدم البحث العلمي نفسه، فلم يعد له إلا قيمة تاريخية، فقلّ تداوله.

٢- المتواري أو المفقود نتيجة لبلوغه غاية في التقدم صعب على معاصريه، تمثلها. وتجاوزها، فتوقف البحث حتى ثورة معرفية جديدة وإصلاح، وهذا أيضاً قلّ تداوله فتوارى.

٣- المتواري أو المفقود نتيجة لإعادة مؤلّفه تحريره.

٤- المتواري أو المفقود نتيجة لستره تحت اسم محرّر، غير مؤلّفه، أو اسم مؤلّف آخر غير صاحبه، عن عمد أو صدفة، فتوارى الأصل.

٥- المتواري أو المفقود بسبب انتشار الشرح، فغلب على الأصل فتوارى.

وهذه الأنماط قد تختلط وتتركب وتتفرع ممّا يدعو إلى دراسة مطوّلة مفصّلة، لا نستطيع القيام بها هنا.

١- النمط الأول: المتواري أو المفقود نتيجة لتقدم البحث العلمي

وينتمي إلى هذا النمط العديد من مخطوطات الأصول، وخاصة من بين الترجمات العربية من اليونانية. ولفهم هذا النمط، لا بد من التذكير بخاصة من خواص العلوم الرياضية، أعني خاصة تراكم المعارف خلافًا للفلسفة والحقول الأخرى. وهذا التراكم يعني من ناحية التخلّي عمّا ثبت خطأه، والاحتفاظ بما قام عليه البرهان الرياضي. ومن ثم فالجديد يقوم على القديم ويحتفظ به ويطوّر ما قام البرهان عليه فيه.

بدأ البحث العلمي في المدن الإسلامية وعلى رأسها بغداد نشطًا مجدداً، فترجم ما ترجم من أجل البحث الجديد، وتم تجاوز ما ترجم في القرنين التاليين، مما أدّى إلى قلّة تداول ونسخ بعض الترجمات، ففقدت وتوارت. ولنأخذ بعض الأمثلة لبيان هذا. والمثل الأول هو كتاب «المناظر» لبطلميوس الذي يُعدّ قمّة ما أتى به العلم اليوناني في المناظر. بعد العصر السكندري المزدهر ساد الركود خاصة بعد القرن الرابع، فلم يبق من نسخ هذا الكتاب إلا القليل. نُقل كتاب بطلميوس هذا إلى العربية بين العديد من الكتب اليونانية في المناظر والمرايا المحرقة عند ما بدأ البحث الجديد النشط في هذين المجالين في بغداد على أيدي الكندي وقسطا بن لوقا وغيرهما. نقل هذا الكتاب بعد النصف الأول من القرن التاسع فلم يعرفه الكندي ولا قسطا. درس العلاء بن سهل في النصف الثاني من القرن العاشر الميلادي هذه الترجمة وابتكر ما لم يكن فيها، أعني أول نظرية هندسية للعدسات ولقوانين الانعكاس والانكسار التي تحكم انتشار الضوء. ثم أتى ابن الهيثم بعد ابن سهل فقام بثورة فيزيائية شملت علم المناظر، فكتب وألّف العديد من الكتب والرسائل عالج فيها كل فروع المناظر على أسس علمية جديدة. لم يصبح لكتاب بطلميوس بعد ابن الهيثم الدور العلمي الذي كان له من قبل، وأصبحت قيمته تاريخية صرفة، وأخذ مكانه عند الباحثين المتعمقين أعمال ابن الهيثم وخاصة «كتاب المناظر»، ثم تنقيح هذا الكتاب الذي ألّفه كمال الدين الفارسي فيما بعد، فندر تداول هؤلاء لكتاب بطلميوس. لم يكن كتاب بطلميوس بمستواه وحجمه وتعقّد بعض فصوله -

خاصة الفصل الخامس الخاص بالانكسار - سهل التعليم، حتى يلجأ إليه المعلمون والشرّاح؛ الذين اكتفوا بكتاب أقليدس في المناظر الذي هو أصغر حجماً وأسهل تناولاً، فنسخوه وشرحوه. ومن ثم لم يعد «كتاب المناظر» لبطلميوس يهم الباحثين ولا المتعلمين، فقلّ «استنساخه» فضاع النقل العربي، كما ضاع الأصل اليوناني، ولم يبق إلا الترجمة اللاتينية للنقل العربي، وهي ترجمة الأمير أوجين الصقلي من القرن الثالث عشر.

ومثل آخر من أمهات الرياضيات اليونانية، هو كتاب «المقالات العددية» لديوفنطس الإسكندراني. نقل قسطا بن لوقا سبع مقالات من هذا الكتاب إلى العربية في سبعينيات القرن التاسع، أي بعد نصف قرن تقريبًا منذ ظهور كتاب الخوارزمي في الجبر وقاموسه الجديد. وكتاب ديوفنطس هذا، كما يتضح من عنوانه هو في نظرية الأعداد، أو بالأحرى فيما سيسمّى اليوم بـ«التحليل الديوفنطسي»، إلا أن قسطا بن لوقا عند نقله إياه إلى العربية نقله باللغة الجبرية الجديدة التي ابتكرها الخوارزمي. وبصورة مستقلة وبدون معرفة بكتاب ديوفنطس ألّف أبو كامل كتابًا في الجبر طوّر فيه كتاب الخوارزمي، وأدخل التحليل الديوفنطسي كفصل فيه. أصبح التحليل الديوفنطسي المنطق (بالنسبة إلى الأعداد المنطقة) فصلاً من فصول أي كتاب هام في الجبر حتى القرن الثامن عشر الأوروبي. خلف أبا كامل، رياضي آخر، أبو بكر الكرجي - الذي تابع عمل أبي كامل وذهب بعيداً بالتحليل الديوفنطسي معتمداً على مقالات ديوفنطس وكتاب أبي كامل. وفي نفس الوقت الذي طوّر فيه الكرجي التحليل الديوفنطسي المنطق، جدد كل من الخجندي والخازن في القرن العاشر التحليل الديوفنطسي بابتكار التحليل الديوفنطسي الجديد أو التحليل الديوفنطسي الصحيح (نسبة إلى الأعداد الصحيحة) وهكذا تعددت فصول التحليل الديوفنطسي بين الجبر العددي ونظرية الأعداد، وتعددت نتائجه، وكثر التأليف فيه، ولم يصبح لمقالات ديوفنطس المترجمة إلا القيمة التاريخية، فقلّ «استنساخها» وتداولها، ففقدت ثلاث مقالات من السبع التي نقلت إلى العربية، ولم يبق من الأربع الأخيرة إلا نسخة واحدة فقط.

لم يحدث هذا فقط لبعض الترجمات ولكن أيضاً لكتب ألّفها علماء الحضارة الإسلامية، مثل كتاب الكندي «في اختلاف المناظر» الذي يذكره كلٌّ من النديم والقفطي وابن أبي أصيبعة، ويذكره الكندي نفسه في كتابه الموسوم بـ «الصناعة العظمى»، وكذلك يشير إليه في كتابه الآخر الذي حقق حديثًا وهو «في تقويم الخطأ والمشكلات لأوقليدس في المناظر». بحث الكندي في كتابه «في اختلاف المناظر» في علم المناظر وخاصة في الإبصار، ويأخذ فيه بالتقليد الأقليدسي والثيوني (نسبة إلى ثيون الإسكندراني) مع بعض الإصلاحات والتعديلات، ويأتي أيضًا بتفسير جديد، بيد أنه لم يغيّر تغيراً جذريًا ما سبق. كان هذا الكتاب كتاباً بحثيًا، بل هو من أوائل البحوث في المناظر منذ مدرسة الإسكندرية، ويمكن اعتبار عمل الكندي هذا تهذيبًا وتعديلاً لمناظر أقليدس وثيون الإسكندراني، ولم يكن ثورة عليهما. هذه الثورة المعرفية ستأتي على أيدي الحسن بن الهيثم. بعد هذه الثورة لم يعد لكتاب الكندي «في اختلاف المناظر» الشأن الذي كان له من قبل. وبما أنه لم يكن كتابًا تعليميًا، فتوارى ولم يبق لنا إلا ترجمته اللاتينية تحت عنوان *Liber de Causis diversitatum Aspectus* الذي يوجد في اثني عشر مخطوطًا. ولم يبق بالعربية إلا صداه الخافت في بعض مؤلفات الكندي الأخرى أو فيما كتبه أحمد بن عيسى.[1]

وحدث نفس الشيء لكتابين من كتب محمد بن موسى الخوارزمي. ألّف الخوارزمي كتاباً أساسيًا في الحساب تحت عنوان «الحساب الهندي». فقد هذا الكتاب إلا أن عبد القاهر البغدادي المتوفي سنة ١٠٣٧ يذكره في كتابه الموسوم بـ«الكامل». ينقل البغدادي طريقة الخوارزمي في هذا الكتاب لاستخراج الجذر التربيعي لعدد غير مربع وينتقدها. نجد صدى هذا الكتاب أيضًا عند أبي الوفاء البوزجاني، وآخرين. بل هناك صدى لترجمة لاتينية له فقدت هي الأخرى ولكن

[1] *Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī*. Vol. I: *L'Optique et la Catoptrique d'al-Kindī*, Leiden, E.J. Brill, 1997. Traduction arabe: *'Ilm al-manāẓir wa-'ilm in'ikās al-ḍaw'*, Silsilat Tārīkh al-'ulūm 'inda al-'Arab 6, Beyrouth, Markaz Dirāsat al-Waḥda al-'Arabiyya, 2003.

نعرف عنها من خلال التأليفيات اللاتينية المتعددة المعروفة باسم *Algorismus latinus*، أي «الخوارزميات اللاتينيات». وهنا أيضًا نستطيع أن نؤكد أن من بين أسباب فقدان هذا الكتاب هو البحث الجديد الذي بدأه هو نفسه؛ فلقد طوّر هذا البحث وذهب به بعيداً أبو الحسن الأقليدسي صاحب كتاب «الفصول في الحساب الهندي»، وكوشيار بن اللبان في كتابه عن الحساب الهندي، وكذلك البغدادي الذي سبق ذكره، والنسوي والسموأل بن يحيى المغربي (المتوفي سنة ١١٧٤) وغيرهم؛ فلم يعد لكتاب الخوارزمي بعد هذه الإسهامات إلا قيمة تاريخية، فتوارى.

وهذا أيضًا ما حدث لكتاب آخر للخوارزمي، وهو كتاب «الجمع والتفريق» الذي نعرف عنه كذلك بما قاله عبد القاهر البغدادي، ولقد ترجم إلى اللاتينية بعنوان *Liber augmenti et diminutionis*.

وهناك أمثلة أخرى عديدة من هذا النمط التي فقدت وتوارت نتيجة لتطور البحث العلمي الذي بدأته وأثارته هي نفسها.

٢- النمط الثاني: هذا النمط هو أيضًا مرتبط بتقدم البحث العلمي وتطوره

ولكن بصورة ما على عكس النمط الأول. ففي هذا النمط يتوارى النص أو يضيع نتيجة لبلوغه غاية قصوى في رياضيات وعلوم ذلك العصر صعب تمثلها على المعاصرين، واحتاجت متابعتها إلى إصلاح لن يأتي إلا بعد قرون وفي لغة أخرى. ولنأخذ مثالين لهذا النمط، أولهما في الهندسة الجبرية، والثاني في علم الهيئة.

ألّف خليفة عمر الخيّام، شرف الدين الطوسي وهو من الطبقة العليا في الرياضيات، كتابًا في الهندسة الجبرية، كان أهم ما كتب في هذا الميدان بالعربية وأصعبه منالاً. أتى شرف الدين الطوسي في هذا الكتاب بنظريات ومناهج جديدة لن يعرف قدرها قبل النصف الثاني من القرن السابع عشر الأوروبي. أولها هو ما يسمّى بمنهج روفيني-هورنر - نسبة إلى الرياضي الإيطالي روفيني والإنجليزي هورنر- لحل المعادلات الجبرية ذات المعاملات الحسابية. لم يقف الطوسي على

ابتكار خوارزمية الحل، بل صاغ نظرية كاملة للبرهان على هذه الخوارزمية، ستعرف فيما بعد باسم «كثير زوايا نيوتن». صاغ الطوسي هذه النظرية باللغة الطبيعية، أعني دون اللجوء إلى لغة رمزية، مما جعل فهمها أمراً صعبًا. عرض الطوسي خوارزمية روفيني–هورنر في جداول، وبيّن كيفية استعمال هذه الجداول، وهذا أمر هام وإن لم يكن بالسهل.

أقام الطوسي هذه النظرية على مفهوم «المشتق» لكثير الحدود، وهذه أول مرة في تاريخ الرياضيات يتصور ويستعمل مفهوم المشتق، ولن يستعمل مرة ثانية بهذه الطريقة وفي هذا المجال إلا عند P. Fermat في حدود سنة ١٦٤٠.

لم يلجأ الطوسي إلى هذا المفهوم في هذه النظرية فقط، بل لجأ إليه مرة أخرى عند دراسته لحل المعادلات الجبرية من الدرجة الثالثة. هذه المرة أيضًا بدون أي لغة رمزية، مما أدى في بعض الأحيان إلى الحاجة إلى خمسين صفحة لحل معادلة واحدة لن يأخذ حلها أكثر من ثلاث صفحات عند ابتكار اللغة الرمزية مع ديكارت سنة ١٦٣٧.

وقف الطوسي أمام عقبتين كان لهما جلّ الأثر في إطالة دراسته وتعقيدها ممّا حال أن يكون لما أبدعه ما كان يستحقه من أثر في الرياضيات العربية في عصره وفيما بعد. والعقبة الأولى هي غياب الأعداد السلبية وعدم الإقرار بها، مما يزيد حالات الوقوع ويطيل مناقشة الحل. أما العقبة الثانية فهي غياب اللغة الرمزية مما أدى أيضًا إلى طول الحل وتعقده. هذا كله جعل كتاب الطوسي صعب المنال، فلم يتابع بحثه بعده أحد. وكان من أثر ذلك أن توارى الكتاب ولم يصلنا إلا تلخيص له في مخطوط واحد من القرن السابع، هذه هي افتتاحيته:

«فإني قصدت في هذا الكتاب تلخيص صناعة الجبر والمقابلة وتهذيبَ ما وصل إليّ من كلام الفاضل الفيلسوف الأعظم شرفِ الدين المظفر بن محمد الطوسي، وتحويلَ كلامه من إفراط التطويل إلى حد الاعتدال. وأسقطت الجداول التي رسمها في عمل الحساب واستنباط المسائل، لبعده عن الطبع

واستدعائه طولَ الزمان الموجب للمَلال وتثبيتَ استخراج المسائل بالتخت. وجمعت بين العمل والبرهان، وسميته بالمعادلات»[2].

حذف إذن مجهول الجداول لأنه لم يعِ أهميتها وأراد اختصار كتاب الطوسي، إلا أنه كان من الصعب اختصار كتاب في الرياضيات، وخاصة مثل كتاب الطوسي إلا بحذف مقاطع. ولا بد من فهم عميق للكتاب حتى يمكن هذا، ولا أظن أن هذا المجهول كان يستطيع ذلك. فبعد التحقيق والمقارنة برسائل أخرى للطوسي، يمكنني القول إن هذا المجهول حذف الجداول وحذف أيضًا العمليات الجبرية التي كانت تتم بالتخت. وهكذا طلّ علينا أحد معالم الرياضيات العربية متواريًا في تلخيص، فكان على المحقق أن يقيم الجداول من جديد، وكل العمليات الأخرى، ولم يكن بالأمر السهل، وكان عليه أيضًا أن يقيم النص ولم يكن بالأمر الهيّن، حتى يظهر ما توارى، الذي سيكتشفه من جديد P. Fermat.

أما المثال الثاني من هذا النمط فهو للحسن بن الهيثم في علم الهيئة.

يعتقد البعض أن الحسن بن الهيثم قام بإصلاح علم المناظر، وهذا حق. إلا أنه قام بإصلاح لا يقل أهمية عن هذا في الهيئة. بل لقد ألف في علم الهيئة أكثر مما ألفه في المناظر. بيد أن هذا الإصلاح في علم الهيئة أتى على مراحل عدة وبلغ نهايته في كتاب من بين آخر ما حرره ابن الهيثم، عنوانه «في هيئة حركات كل واحد من الكواكب السبعة». وهذا الكتاب في قيمته المعرفية ونتائجه العلمية لا يقل عن كتاب المناظر. وهو أيضًا كبير الحجم في ثلاث مقالات يدرس ابن الهيثم في أولها حركات الكواكب وارتفاعاتها منذ شروقها حتى غروبها ويريد ابن الهيثم في هذه المقالة كما يقول: «العناية بتحقيق البراهين على جميع المعاني التي ذكرناها من الأعراض التي تعرض للكواكب، ليقع اليقين بأن جميع ما ذكرناه فيها على ما

---

[2] *Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, Œuvres mathématiques. Algèbre et Géométrie au XIIe siècle*, Collection Sciences et philosophie arabes - textes et études, Paris, Les Belles Lettres, 1986, t. I, p. 2. Trad. arabe, Beyrouth, 1998.

ذكرناه، ونجمع ذلك في مقالة مفردة تشتمل على جميع براهينها »[3] ويواصل ابن الهيثم قوله:

« ثم نتبع ذلك بمقالة ثانية نلخص فيها جميع الأعمال الحسابية التي تؤدي إلى إدراك حقائق هذه المعاني »[4].

أما المقالة الثالثة من هذا السفر الضخم ففيها يشرح ابن الهيثم:

«آلة قريبة المأخذ ممكنة لكل أحد يعرف بها ارتفاع الشمس وكل كوكب من الكواكب بدقائقه وأجزائه الصغار ليصح بذلك وبما نذكره من الأعمال جميع الأعمال النجومية، ويزول به جميع الاختلاف الذي يقع في الأصول من أجل الكسور التي تفوت الراصدين، ويتعذر عليهم إدراكها من أجل صنعة الآلات »[5].

ودراسة المقالة الأولى تبيّن أن ابن الهيثم أراد أن يصل بالمشروع الذي بدأه ثابت بن قرة إلى منتهاه، أعني ما يمكن تسميته بـ« تريض » علم الهيئة، أي تحويله إلى علم رياضي كامل مما أدى إلى صياغة تصور جديد لم يسبقه إليه أحد لميكانيكا الأجرام السماوية، أي إلى تصورٍ جديدٍ لعلم الهيئة نفسه بناه ابن الهيثم على دراسة حساب الفروق المنتهية، ودراسة تغيرات الأعظام وبعض دالات الهندسة الكروية. ففي هذا الكتاب يرفض ابن الهيثم التصور الأرسطي والبطلميوسي لحركات الكواكب وذلك بافتراض أن علّة حركة كلّ كوكب هي علّة داخلية خاصة به؛ بل على عكس ذلك يقدم ابن الهيثم دراسة لحركات الكواكب كأجسام مادية بواسطة مفهوم الزمن والسرعة المتوسطة بدون تدخل أي ديناميكا، فهو يقدم أول kinematics وصفية.

[3] *Les Mathématiques infinitésimales du IX^e^ au XI^e^ siècle*. Vol. V: *Ibn al-Haytham : Astronomie, géométrie sphérique et trigonométrie*, London, al-Furqan Islamic Heritage Foundation, 2006, p. 265, 18-20.

[4] *Id.*, p. 265, 20-22.

[5] *Id.*, p. 267, 1-5.

ويدرس في المقالة الثانية كما يقول المناهج والأعمال الحسابية اللازمة عند الرصد، وفي المقالة الثالثة آلة اخترعها لرصد الارتفاعات. وهو يصف هذه الآلة في رسالته الموسومة بـ «تصحيح الأعمال النجومية» بقوله «آلة صغيرة المقدار قريبة المتناول متيسرة العمل نستخرج بها الارتفاع ومواضع الكواكب بالدقائق والثواني»[6]. ثم يقول «وهذه الآلة بها يُستدرك أكثر ما يقصر فيه المنجمون ويعجزون عن تحقيقه ويجنحون إلى التقريب فيه، لأنهم لا يقدرون على الدقائق والكسور الصغار في الارتفاع ولا في مواضع الكواكب في إرصادها لعدم الكسور الصغار في آلاتهم». ثم يتبع ذلك بقوله «وهذه الآلة ما تنبه عليها أحد من المتقدمين ولا المتأخرين، ولا خطرت بقلوبهم، ولا سمت همة أحد منهم إلى الطمع فيها». هذا الكتاب بمقالاته الثلاث أهم ما كتب في علم الهيئة - بل أهمها - بين مجسطي بطلميوس وكتاب كبلر *Astronomia Nova*، الذي حقق ما بقي منه ونشر العام الماضي فقط.

ماذا كان مصير مخطوطات هذا السفر وأحد معالم العلوم الرياضية في كل زمان؟ كاد أن يندثر. كل ما بقي منها هو مخطوط فريد في اثنتين وخمسين ورقة تآكل بعضها وأتلفت الرطوبة هوامش بعضها، سيّئ النسخ ومضطرب الترتيب، وجد صدفة في سيبيريا. وهذا المخطوط لا يتضمن إلا المقالة الأولى، أما المقالة الثانية والثالثة فلا أثر لهما.

ومن الملاحظ أيضًا أن علماء الفلك وأعلاهم طبقة من أمثال مؤيد الدين العرضي وقطب الدين الشيرازي ونصير الدين الطوسي وابن الشاطر الدمشقي وخلفائهم لم يواصلوا هذا البحث الجديد الصعب وإنما أخذوا مسلكًا آخر، وهو تصور نماذج لحركات الأفلاك خالية من تناقضات بطلميوس. وهذا المسلك أسهل كثيراً من ذلك الذي رسمه ابن الهيثم. فلن يأخذ بهذا المسلك ويقدر عليه بعد ابن الهيثم إلا كبلر. ومن ثم فقد ثلثا كتاب ابن الهيثم، وبقي من حسن الحظ المقال الأول

[6] *Id.*, p. 897.

الذي يصوغ فيه الهيئة الجديدة. وهذا مثل آخر لكتاب توارى لتقدمه الكبير على علماء عصره.

وهناك أمثلة أخرى عديدة لهذا النمط، نذكر منها رسالة ابن الهيثم «في استخراج أربعة خطوط بين خطين لتتوالى الستة متناسبة» التي يذكرها عمر الخيام في كتابه في الجبر؛ وكذلك رسالة عبد الرحمن بن سيد الأندلسي في استخراج ما نريد من الخطوط بين خطين لتتوالى متناسبة التي يذكرها أبو بكر بن باجة. ومن الواضح أن حل مثل هذه المسائل يتطلب تقاطع سطح غير مستوٍ وسطح مخروطي مما يدل على تقدم هام وصعب بالنسبة إلى علماء هذه الفترة - كما يعترف الخيام نفسه - في نظرية المنحنيات، فندر نسخهما واختفيا.

٣- النمط الثالث: المتواري أو المفقود نتيجة لإعادة مؤلفه تحريره

من المألوف في تحرير الأبحاث العلمية أن يعيد العالم تحرير ما كتبه من جديد إما لإصلاح خطأ، وإما للبرهان على الحالة العامة إن كان ما قدمه هو حالة خاصة، أو لكتابته في صورة أكثر اختصاراً وأناقة ودقة. قد يؤدي هذا إلى تواري التحرير الأول مما يضيع على المؤرخ إمكانية تتبع مراحل الإبداع. وقد يختلط الأمر بعد فيختلط التحرريان. ولنأخذ لهذا الباب مثالين أحدهما لإبراهيم بن سنان، والثاني لابن الهيثم. ألف إبراهيم بن سنان رسالة «في مساحة القطع المكافئ» جدد فيها ما عمله جده ثابت بن قرة والماهاني بعده، وأدخل مناهج مبتكرة في هذا النوع من الرياضيات. يقول إبراهيم بن سنان في تحريره الأخير لهذه الرسالة:

«قد كنت عملت كتاباً في مساحة هذا القطع قديمًا، وغيّرت في شكل منه شيئًا؛ ثم ضاعت النسخة المصلحة والنسخة القديمة، فاحتجت إلى إعادة ما استخرجته من ذلك في هذا الكتاب. فإن وقعت نسخة تخالف ألفاظها هذه الألفاظ، أو في شيء منها معنى يخالف بعض معاني هذه النسخة، فهي إحدى

النسختين اللتين ذكرتهما. وقد عمل جدّي ثابت بن قرة في ذلك والماهاني أعمالاً»[7].

من عبارة ابن سنان هذه نعرف أنه أعاد كتابة رسالته أكثر من مرة قبل وفاته المبكرة بعشر سنوات، أي قبل سنة ٩٣٤/٣٢١. ومن البيّن أنه لا يمكن الاستغناء عن دراسة التحريرين الأخيرين لمن يريد معرفة تطور فكر إبراهيم بن سنان الرياضي وكذلك تطور البحث في هذا الموضوع الذي سيسمّى فيما بعد بحساب التكامل. ولكن الأمر اختلط على المفهرسين والمؤرّخين فظنوا أن المخطوطات التي بقيت لهذه الرسالة هي مخطوطات لتحرير واحد فقط. وعند الدراسة المتأنية لتاريخ النصوص تبيّن هذا الخلط، وتبيّن أن ما نملكه من مخطوطات هما لتحريرين لا لتحرير واحد، توارى القديم خلف التحرير الأخير، ومن ثم عثرنا على النص الأول الذي أضاعه المؤلف مما مكّن من دراسة ما أتى به إبراهيم بن سنان من جديد.

أما المثال الثاني فهو رسالتان لابن الهيثم في الهلاليات، عنوان الأولى هو «قول في الهلاليات» ظن المؤرّخون والمفهرسون أنها فقدت، وعنوان الرسالة الثانية هو «مقالة مستقصاة في الأشكال الهلالية» أسس فيها فصلاً جديداً من فصول الرياضيات لم يتجاوزه فيه إلا رياضي القرن الثامن عشر Euler ففيها يبيّن أهمية الدالة $f(x) = (\sin^2 x) / x$ لدراسة الهلاليات. يقول ابن الهيثم في مطلع هذه الرسالة:

«كان بعض إخواني سألني عن الشكل الهلالي الذي يُعمل على محيط الدائرة، فألّفت قولاً مختصراً في الأشكال الهلالية بطرق جزئية لاستعجال صاحب السؤال لي ولاقتناعه بالجزئي من القول. ولما تمادى الزمان من بعد ذلك عَنّ لي فكرٌ في هذا المعنى فاستخرجته بطرق علمية، واستخرجت معه أيضًا أنواعًا من الأشكال الهلالية لم تكن في القول الأول، فرأيت أن أستأنف في

[7] *Les Mathématiques infinitésimales du IX^e au XI^e siècle*. Vol. I: *Fondateurs et commentateurs: Banū Mūsā, Thābit ibn Qurra, Ibn Sinān, al-Khāzin, al-Qūhī, Ibn al-Samḥ, Ibn Hūd*, London, al-Furqān Islamic Heritage Foundation, 1996, p. 719.

هذه الأشكال مقالة استقصي الكلام فيها على هذا المعنى، فألّفت هذه المقالة، وقدّمت فيها مقدمات تستعمل في براهينها »[8].

هذه المرة أيضًا يحتاج المؤرخ إلى معرفة الرسالة الأولى – « القول في الهلاليات » – كي يفهم تطور تفكير ابن الهيثم في هذا الأمر وما قطعه من شوط بين الرسالتين. إلا أن الرسالة الأولى توارت بعد تحرير ابن الهيثم لرسالته الثانية. ويشاء حسن حظنا أن نجد مخطوطًا فريداً للرسالة الأولى في إحدى المكتبات نُسخ في السلطانية سنة ١٣٢١/٧٢١ هذا مطلعه:

« إني لمّا نظرت، أطال الله بقاء سيدنا الأستاذ وأدام كفايته وحرس نعمته، في الشكل الهلالي المساوي للمثلث الذي ذكره المتقدمون، في بديع خاصته وعجيب تركيبه، حداني ذلك على أن فكرت في خواص الهلاليات وما يعرض فيها من غريب المعاني، فاستنبط من ذلك أشكالاً ضمّنتها هذه الرسالة »[9].

يبدأ ابن الهيثم في هذه الرسالة بالبرهان على نظرية منسوبة إلى أبقراط الرياضي التي عرفها، بدون شك، من نص لشارح أرسطو سنبلقيوس، ثم يبرهن على ثلاث نظريات أخرى، بسيطة وسهلة البرهان. كل هذه النتائج سيأخذ بها كحالات خاصة في الرسالة الثانية التي يعالج فيها ابن الهيثم الحالات العامة على أسس جديدة لم يعرفها أحد من قبله، ومن ثم لم تبق الرسالة الثانية للرسالة الأولى مكان يذكر عند البحث في الأشكال الهلالية فتوارت.

٤– المتواري أو المفقود نتيجة لستره تحت اسم محرر، غير مؤلفه، أو اسم مؤلف آخر غير صاحبه، صدفة أو عن عمد.

من أوليات العمل على المخطوطات هو الانتباه إلى أخطاء المفهرسين، وزلاّت المؤرخين، والتحقق من نسبة الكتب إلى مؤلفيها. فعلى سبيل المثال يُنسب في

---

[8] *Les Mathématiques infinitésimales du IXᵉ au XIᵉ siècle*. Vol. II: *Ibn al-Haytham*, London, al-Furqān Islamic Heritage Foundation, 1993, p. 103, 4-10.

[9] *Id.*, p. 71, 4-6.

« فهرست » النديم - في طباعته المختلفة - ثلاثة كتب من تأليف الخوارزمي، بما فيها كتابه في الجبر إلى سند بن علي، وفي طبقات ابن أبي أصيبعة نسبت رسائل الفيلسوف محمد بن الهيثم إلى الرياضي الحسن بن الهيثم، وكذلك نسب كتاب « سنة الشمس » خطأ إلى ثابت بن قرة، كما نسب كتاب عنوانه « في هيئة العالم » خطأ إلى الحسن بن الهيثم، كما بيّنته سابقًا. والأمثلة على هذا كثيرة. وهكذا توارت نتيجة لمثل هذه الأخطاء بعض الكتب تحت أسماء آخرين غير مؤلفيها.

لن أتعرض هنا لهذا الحالات، ولكن لحالات أخرى أكثر تعقيداً، فيها يختفي اسم المؤلف تحت اسم المحرر أو مؤلف آخر، ومن ثم يتوارى المخطوط.

المثال الأول هو لدروس حررها ثابت بن قرة بقيت تحت اسم تلميذه نعيم ابن محمد بن موسى. وحتى نفهم هذا المثال علينا أن نتذكر أن بني موسى الثلاثة - محمد وأحمد والحسن - كوّنوا فريقًا علميًا، ومدرسة بحثية في منتصف القرن التاسع في بغداد كان أحد أفراده ثابت بن قرة. ونعرف أيضًا من وثيقة هامة بخط حفيد ثابت بن قرة، أبو علي المحسن بن إبراهيم بن هلال الصابي - نقلها القفطي في كتابه - تأريخ الحكماء - أن ثابت ألّف كتابًا عنوانه « في المسائل الهندسية » وأنه ألّف رسائل حسب قول الصابي « للفتيان أبقاهم الله، يعني أولاد محمد بن موسى بن شاكر ». ونجد في إحدى مخطوطات أكسفورد « المسائل الهندسية لثابت بن قرة سيئة النسخ، وكذلك نعرف كتابه الموسوم بـ « تصحيح مسائل الجبر بالبراهين الهندسية » الذي يبرهن فيه على معادلات الخوارزمي بالهندسة الأقليدية. كان هدف ثابت في كل هذا هو تطوير بعض أشكال الهندسة الأقليدية لتكون قادرة على احتواء المسائل الجبرية. ومن الواضح أن هذا المشروع الجديد كان نتيجة لتملكه لهندسة أقليدس ولجبر الخوارزمي.

ولنأت الآن إلى « أحد الفتيان » الذين ذكرهم المحسن الصابي، وهو نعيم بن محمد بن موسى. ولقد نُسب إلى نعيم كتاب عنوانه « المسائل الهندسية » - وهو نفس عنوان كتاب ثابت. وصل إلينا من هذا الكتاب مخطوط فريد سيّئ

النسخ، كتب ناسخه ما يلي «نقلتها من نسخة في غاية الفساد، أصلحت ما فهمت منها، ونقلت ما لم أفهم على الوجه الفاسد كما كان في النسخة، والله المستعان»[10]. ونقرأ في مطلع هذا المخطوط ما يلي «منقول من خط المخدوم السعيد خواجة نصير الدين (الطوسي) قدّس الله روحه، هذه مسائل من كتاب نعيم بن محمد بن موسى المنجم»[11].

وقد تبين عند تحقيقنا لهذا الكتاب ومقارنته بما كتبه ثابن بن قرة أن كتاب نعيم يتضمن الكثير من مسائل ثابت بن قرة، مما يثير السؤال عمّا إن كان كتاب نعيم ما هو إلا تحرير لدروس ثابت بن قرة التي توارت تحت اسم نعيم. فنحن لا نعرف لهذا الأخير أي تأليف في الرياضيات غير هذا الكتاب.

أما المثال الثاني فهو لعم نعيم، أعني الحسن بن موسى أحد كبار رياضيي الإسلام.

ألّف الحسن بن موسى كتاباً ذا أهمية بالغة عنوانه «الشكل المدور المستطيل»، درس فيه القطع الناقص والمجسم الذي يولده هذا القطع ومساحته ومساحة قطوع هذا المجسم. كان الحسن بن موسى أستاذ ثابت بن قرة في الرياضيات. وقد بحث ثابت فيما بعد في خواص هذا الشكل وكتب بدوره كتاباً أساسياً في هذا الأمر عنوانه «في قطوع الأسطوانة وبسيطها»، يقول في أوله إن من بين ما سيبحثه في كتابه «القول في مساحة قطع الأسطوانة، الذي كان استخرج مساحته أبو محمد الحسن بن موسى رضي الله عنه، وهو القطع الناقص من قطوع المخروط، وفي مساحة أنواع قطع هذا القطع». ويشير إلى كتاب الحسن بن موسى رياضيون آخرون فيما بعد مثل محمد بن عبد الجليل السجزي.

انقرضت مخروطات كتاب الحسن بن موسى ولم تصلنا، ولعل أحد أسباب هذا الانقراض هو كتاب ثابت السابق الذكر، الذي فيه أعاد ما كتبه الحسن على

[10] R. Rashed - Ch. Houzel, *Recherche et enseignement des mathématiques au IXe siècle. Le recueil de propositions géométriques de Na'īm ibn Mūsā*, Les Cahiers du Mideo, 2, Louvain-Paris, Peeters, 2004, p. 71, 4-5.

[11] *Id.*, p. 71, 1-3.

أساس معرفته بكتاب «المخروطات» لأبلونيوس، فأتى بالجديد وذهب إلى ما لم يستطعه أستاذه ثم حدث ما لم يكن بالحسبان، فقد عثرنا على ترجمة عبرية لنص عربي مفقود كتبه ابن السمح الرياضي الأندلسي عن الأسطوانة وقطوعها. ولقد وصلتنا هذه الترجمة العبرية في مخطوط وحيد في ثلاث وخمسين ورقة، نسخ في اسطنبول في سنة ١٥٠٦ وعنوانه Ma'amar be-iṣtewanot we-ha-meḥuddadim. وتبين عند الدراسة المتأنية لهذه الترجمة لنص ابن السمح ومقارنته بما كتبه ثابت بن قرة في هذا الموضوع أن ابن السمح اعتمد في رسالته على رسالة الحسن بن موسى، وأن ما كتبه هو في الأغلب تحرير لهذه الرسالة، وهكذا ظهر من وراء التحرير معالم نص الحسن بن موسى المطوي.

والمثال الثالث من هذا النمط هو عدة كتب ألفها الكندي في المناظر توارت وطيت في كتاب لمؤلِّف اسمه أحمد بن عيسى من القرن العاشر الميلادي. ألَّف الكندي سفراً كبيراً عنوانه «في تقويم الخطأ والمشكلات التي لأقليدس في كتابه الموسوم بالمناظر»، الذي لا يذكره أصحاب الفهارس وكتب الطبقات، الذي اكتشف حديثًا، والذي حققناه وترجمناه وحللناه. وكتب الكندي أيضًا رسالة عنوانها «في الأجرام الغائصة في الماء» يذكره النديم وابن أبي أصيبعة، كما كتب رسالة «في عمل المرايا المحرقة» يذكره النديم والقفطي وابن أبي أصيبعة. تفادى المؤرخون ذكر هذه الرسائل لاعتقادهم، بدون شك، أنها فقدت إلى الأبد. وكان من المعروف أن أحمد بن عيسى وهو من مؤلفي القرن العاشر كتب كتاباً عنوانه «كتاب المناظر والمرايا المحرقة على مذهب أقليدس في علل البصر». ولقد نسخ هذا الكتاب مرات، أحدها بالحروف العبرية. ومما يجب التنبه إليه أن أحمد بن عيسى لا يذكر في كتابه إلا علماء اليونان مثل أقليدس وأنثميوس، ويلجأ إلى لغة قديمة، مما أدى إلى أن مفهرس مخطوطات اسطنبول العلمية حينئذٍ - الألماني Krause - إلى الاعتقاد أن هذا الكتاب يرجع إلى منتصف القرن الثالث الهجري. وتبع Krause فيما بعد جُلُّ المؤرخين الذين لم يدرسوا هذا الكتاب دراسة متأنية. هذا ما كان عليه الأمر حتى وفقنا للكشف عن نصوص عدة في علم المناظر والمرايا المحرقة كتبها

الكندي، منها كتاب «تقويم الخطأ» والرسالتان اللتان سبق ذكرهما. وبمقارنة كتاب ابن عيسى بهذه المخطوطات تبين، بما لا يدع للشك مجالاً، أن ابن عيسى قد أخذ ما لا يقل عن خُمس كتاب «تقويم الخطأ» وغيّر اسم الكندي وأبدله بالعبارة التالية «قالت الفلاسفة وأقليدس معهم ومنهم»، وكذلك بدّل عبارة الكندي في رسالته «في الأجرام الغائصة» القائلة «أوائل المناظر من كتبنا» بالعبارة «فيما قدمنا» وهكذا طوى ابن عيسى بعض أعمال الكندي لفترة زادت على ألف سنة، ولقد فعل هذا عن عمد. وهذا الطوي هو نوع من «السرقات» العلمية.

٥- النمط الخامس: المتواري أو المفقود لغلبة الشرح على الأصل

توارت بعض مخطوطات الأصول نتيجة لنجاح الشروح وانتشارها. وهنا أيضًا سأذكّر بمثالين، أحدهما من الكتب التي ترجمت من اليونانية، والآخر من تلك التي ألفها رياضيو القرن التاسع.

يذكر النديم في «الفهرست» «كتاب الأشكال الكريّة» لمنالاوس الإسكندراني، وهو من رياضيي القرن الأول الميلادي. وهذا الكتاب مع كتاب ثيودوس المسمّى بـ« كتاب الأكر»، هما أهم ما حرر في اليونانية في الهندسة الكروية وفي حساب المثلثات الكروية. ولقد حاولا ابتكار هندسة كروية شبيهة بالهندسة المسطحة التي قدمها أقليدس في كتاب الأصول. واكتشف منالاوس خصائص الأشكال الهندسية فوق الكرة، وهذه الخصائص لم يكن لها ما يشابهها في الهندسة المستوية، نذكر منها، على سبيل المثال، زيادة مجموع زوايا المثلث الكروي عن زاويتين قائمتين. وكان كتاب منالاوس هذا هو أساس تقليد بحثي هام في هذا الميدان شارك فيه جلّ الرياضيين وعلماء الهيئة منذ القرن التاسع، نذكر منهم ثابت بن قرة، أبو الوفاء البوزجاني، ابن الهيثم، نصير الدين الطوسي، ابن هود الأندلسي، اليزدي، الخ. نقل كتاب منالاوس إلى العربية. كيف كانت هذه الترجمة، ومن قام بها، على هذين السؤالين لا يمكن الرد على نحو دقيق. كل ما

نعرفه باختصار شديد هو أن الماهاني أقدم على إصلاح هذا الكتاب، ولكن إصلاحه إياه لم يرض أحمد بن أبي سعيد الهروي فأصلحه هو نفسه، فهو يقول « ... أقبلت على إصلاحه، فتأملت. وقد تأملت ما أصلحه الماهاني فوجدته قد اختل في هذا الزمان، فأصلحت فيه ما وجب إصلاحه من لفظ ومعنى وبرهان ». جاء بعد الهروي أبو نصر بن عراق، أستاذ البيروني، فأصلح بدوره نقل كتاب منالاوس، وهذا الإصلاح هو أقرب إلى ما نقل من اليونانية، وعنوانه هو « كتاب مانالاوس في الأشكال الكرية؛ إصلاح الأمير أبي نصر منصور بن عراق ». ويصف لنا نصير الدين الطوسي وضع كتاب منالاوس في زمنه، فيقول:

« وجدت نسخًا كثيرة مختلفة غير محصلة المسائل وإصلاحات لها ... كإصلاح الماهاني، وأبي الفضل أحمد بن أبي سعيد الهروي وغيرهما، بعضها غير تام، وبعضها غير صحيح، فبقيت متحيراً في إيضاح بعض مسائل الكتاب إلى أن عثرت على إصلاح الأمير أبي نصر منصور بن عراق رحمة الله عليه، فاتضح لي منه ما كنت متوقعاً فيه، فحررت هذا الكتاب بقدر استطاعتي ».

من عبارة الطوسي في القرن الثالث عشر نفهم أن مخطوط الترجمة كان قد فُقد، وتوارى وراء إصلاحات الماهاني، ثم الهروي، ثم أخيراً ابن عراق. وهكذا فقد النص اليوناني والنقل العربي لواحد من أصول الرياضيات.

أما المثال الآخر، فهو لكتاب بني موسى الثلاثة المسمى « في معرفة مساحة الأشكال البسيطة والكرّية ». لن أقف طويلاً على هذا المثال فلقد درسته من قبل، ولكني أذكر فقط أن هذا الكتاب يُعَدّ بحق من أهم ما كُتب في حقل الرياضيات التحليلية بعد أرشميدسَ، أي بعد ألف سنة تقريبًا. وقدَّم بنو موسى في هذا الكتاب أولَ بحثٍ مستفيضٍ في العربية في هذا الفصل من الرياضيات اعتمد عليه فيما بعد للتعليم والبحث في الشرق والغرب على السواء. والشواهد تدل على أن هذا الكتاب كان متداولاً بين الرياضيين حتى القرن السادس الهجري قبل أن يختفي تمامًا على إثر تحريرِ نصير الدين الطوسي له. كيف كان ذلك ؟

ظهر في القرن السادس الهجري - لأسباب لن أدخل فيها هنا - نوعٌ أدبيٌ جديدٌ وهو «التحريرات» العلمية والأدبية. ووصل هذا النوع إلى ذروته في الرياضيات والعلوم مع نصير الدين الطوسي وابن أبي جرادة وغيرهما. وكان من بين هذا تحرير نصير الدين الطوسي لكتاب بني موسى، الذي ضُمّ إلى المجموعات المسماة بـ«المتوسّطات» التي كانت تهدف إلى تهيئة الطلاب وإعدادهم لدراسة علم الهيئة. فأصبح إذاً تحرير الطوسي لكتاب بني موسى من الكتب المدرسية الواسعة الانتشار الكثيرةِ النسخ. وظلّ هذا التحرير مع غيره من الكتب التي ضمتها المتوسطات يُدرس ويُشرح في المدارس والحوزات.

وأدى انتشار هذا التحرير إلى إهمال الأصل، فغمر النسيان كتاب بني موسى وأهمله النسّاخ.

يبيّن لنا هذا العرض السريع والمقتضب بعض العقبات التي يقابلها كل من يرغب في دراسة وتحقيق التراث المخطوط العلمي. ويبيّن لنا أيضاً، وهذا ما أحببت لفت النظر إليه، أنه لا يمكن التأريخ للعلوم الرياضية بدون البحث في تراث النص، وخاصة النص المتوارى والمطوي، ولكن لا يمكن البحث في تراث النص بدون الدراسة المتأنية لتراث الفكر العلمي نفسه، والوسائل اللازمة لفهم كلّ منهما، ولفهم العلاقة بينهما. فكثيراً ما نصل إلى التعرف على النص المطوي، بل إلى اكتشافه عندما نريد التأريخ للفكر العلمي. وكثيراً لا يمكننا أن نؤرخ الفكر العلمي بدون معرفة دقيقة بتاريخ النص. وقد حال هذا الارتباط الوثيق بين تراث النص وتراث الفكر وما يتطلباه من معرفة وتخصص بدون ازدهار التحقيق العلمي الموثوق به لمخطوطات العلوم الرياضية. فهذا يتطلب بدوره وجود مؤسسات لتهيئة الباحثين لهذا.

الفصل الثالث



أولاً: الاتجاهات الأساسية للرياضيات العربية*

الرياضيات العربية هي تلك التي تطوّرت على امتداد سبعة قرون على الأقل (من القرن الثالث هـ/ التاسع م إلى القرن التاسع هـ/ السادس عشر م)، على أيدي علماء تعدّدت أصولهم واختلفت دياناتهم، إلا أنهم جميعاً كتبوا بالعربية وانتموا إلى حضارة الإسلام. ولن نتناول في مقالنا هذا أيًا من النشاطات الرياضية التي ترتبط مباشرة بالرياضيات العربية، التي حصلت عبر ترجمات النصوص العربية إلى لغات أخرى، كالفارسية بشكل خاص أو كاللاتينية أو العبرية. ونظراً إلى ما تسمح به المساحة المخصصة لهذا المقال، وإلى الاتساع الشاسع للنشاطات الرياضية بالعربية خلال الفترة المذكورة، التي أظهرت الأبحاثُ الحديثة تنوّعَها وأهميّتَها، لن نتطرّق إلى العلوم الرياضية كلّها، ولا إلى الرياضيات التطبيقية؛ فسوف تغيب عن عرضنا هذا فصول رئيسية كفصل الطرائق الإسقاطية[1]، وكبعض التطبيقات الأساسية في علم المناظر وعلم الفلك وغيرهما.

لكن، قبل إعادة رسم تاريخ هذا النشاط الرياضي، تُستحسن متابعة انبثاق خطوطه الأساسية وتكونها. لذا، لا بد من العودة إلى بغداد بداية القرن الثالث هـ/ التاسع للميلاد. في تلك الفترة بالتحديد، وفي هذا الوسط، وسط «بيت الحكمة» في بغداد، قام محمد بن موسى الخوارزمي بتأليف كتاب جديد في

* ترجمة نقولا فارس ومنى غانم – فريق الدراسة والبحث في التراث العلمي العربي، لبنان.

[1] انظر ر. راشد، *علم الهندسة والمناظر في القرن الرابع الهجري (ابن سهل – القوهي – ابن الهيثم)*، ترجمة د. ش. الشالوحي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ١٩٩٦.

موضوعه وجديد في أسلوبه، ظهر الجبر في صفحاته للمرة الأولى في التاريخ كمادة رياضية متميّزة ومستقلة.

كان هذا الحدَث بالغ الأهمية؛ وقد تم إدراكه من قبل معاصري الخوارزمي كحدث فاصل، إن من ناحية أسلوب الرياضيات التي يُقدّمها أو من ناحية موضوعه كعلم، وأكثر من ذلك من ناحية غنى الإمكانات التي وفّرها من حين وجوده. أسلوب هذا الكتاب ألغوريتمي* وبرهاني في الوقت نفسه؛ ومن حينه، ومع هذا الجبر بدأت تظهر ملامح الطاقة الكامنة الهائلة التي ستطبع الرياضيات بدءاً من القرن التاسع م، وهي الطاقة المتمثّلة بتطبيق الموادّ الرياضية بعضها على البعض الآخر. فلا شك أن الجبر نظراً إلى أسلوبه وإلى عمومية موضوعه، أتاح مثل هذه التطبيقات التي بتعدّدها وبتنوّع طبائعها واصلت تعديل صورة الرياضيات بدءاً من ذلك القرن.

عمد خلفاء الخوارزمي تدريجيًا إلى تطبيق علم الحساب على الجبر، والجبر على علم الحساب، وبتطبيق كل من هذين العلمين على علم المثلثات، وبتطبيق الجبر على النظرية الأقليدية للأعداد، والجبر على الهندسة، والهندسة على الجبر. وقد شكلت هذه التطبيقات دائماً، الأفعال المؤسسة لمواد رياضية جديدة أو لفصول جديدة. فهكذا أبصر النور كل من جبر كثيرات الحدود، والتحليل التوافيقي والتحليل العددي، والحل العددي للمعادلات، والنظرية الجديدة الابتدائية للأعداد، والبناء الهندسي لحلول المعادلات. وقد كان لهذه التطبيقات العديدة نتائج أخرى مثل انفصال التحليل الديوفنطسي الصحيح عن التحليل الديوفنطسي المُنطَق، الذي أصبح فَصْلاً من فصول الجبر بكل ما للكلمة من معنى، يحمل عنوان «التحليل غير المحدّد».

بدءاً من القرن التاسع م، لم يبق المشهد الرياضي إذن على ما كان عليه من

---

* كلمة ألغوريتم (algorithme) ذات الأصل اللاتيني تعود في الأساس إلى اسم الخوارزمي (بل هي الاسم اللاتيني للخوارزمي)؛ لذلك سبق أن نقلناها إلى العربية بكلمة «خوارزمية»، كما نقلنا النعت algorithmique إلى العربية بالنعت «خوارزمي». ولكننا، هنا، ونحن نتكلم على العالِم الخوارزمي، فضّلنا تفاديًا للخلط الإبقاء على كلمة ألغوريتم (وهي في عصرنا تعني: طريقة حسابية عملية).

قَبل؛ فقد أخذ يتحول وأخذت آفاقه تتسع. بدأ أولاً التوسع في علمي الحساب والهندسة الهيلينستيين. وقد تناول هذا التوسع نظرية القطوع المخروطية، ونظرية المتوازيات والدراسات الإسقاطية، والطرائق الأرشميدسية لقياس المساحات والحجوم المنحنية، ومسائل تساوي المحيطات، والتحولات الهندسية. وانكبّ على دراسة هذه الميادين كلها علماء الرياضيات الأكثر كفاءة (ثابت بن قرة والقوهي وابن سهل وابن الهيثم وغيرهم) وتوصّلوا عبر أبحاث عميقة إلى تطويرها بأسلوب أسلافهم نفسه أو بتعديل هذا الأسلوب عندما تدعو الحاجة. ومن جهة أخرى تكوّنت في أحضان هذه الرياضيات الهيلينستية «مناطق» لرياضيات غير هيلينستية. هذا المشهد الجديد هو ما سوف نرسم ملامحه، ببعض الخطوط العريضة في ما يلي من الصفحات، لكن وبالطبع بدون أي ادّعاء باستنفاد هذا الموضوع.

١- الجبر

١ . كتاب الخوارزمي الذي يحمل عنوان *كتاب الجبر والمقابلة* الذي صدر في بغداد بين العامين ٨١٣ و٨٣٠ م، هو أول كتاب تظهر فيه كلمة «الجبر» في عنوان. تدل كلمتا «الجبر» و«المقابلة» في الوقت نفسه على مادّة علمية وعلى عمليتين؛ فإذا كان لدينا المعادلة:

$x^2 + c - bx = d$ حيث $c > d > 0$.

على سبيل المثال يقضي «الجبر» بنقل التعابير الطرحية من طرفها إلى الطرف الآخر لتُصبح:

$$x^2 + c = bx + d$$

وتقضي «المقابلة» باختزال الحدود المتساوية فتصبح المعادلة على الشكل التالي:

$$x^2 + (c - d) = bx.$$

هدف الخوارزمي واضح في هذا الكتاب، لم يسبق أن تصوّره أحد من قبل، وهو إعداد نظرية للمعادلات التي يمكن حلها بواسطة الجذور*، يمكن أن تُرجَع إليها مسائل علمي الحساب والهندسة على السواء؛ ويمكن بالتالي استخدام هذه النظرية في مسائل الحساب والتبدلات التجارية والتركات ومسح الأراضي، إلخ. يستهل الخوارزمي القسم الأول من كتابه بتحديد ما نسميه اليوم «التعابير الأولية» لنظريته: وقد اقتصرت هذه النظرية على معادلات الدرجتين الأولى والثانية، وذلك انسجاماً مع متطلبات الحل بواسطة الجذور ومع مستوى معارف الخوارزمي في هذا المجال، وهذه التعابير الأولية هي: المجهول (الذي مهما كان نوعه يسميه الخوارزمي «الجذر» أو «الشيء»)، و مربعه (أي مربع المجهول ويسميه «المال»)، والأعداد المنطقة الموجبة وقوانين التركيب في علم الحساب (+ و − و/ و ÷ و√)** والمساواة. ومن ثمّ يُدخِل الخوارزمي مفاهيم: معادلة الدرجة الأولى ومعادلة الدرجة الثانية وثنائيات الحدود وثلاثياتها الملازمة لهذه المعادلات والشكل الطبيعي للمعادلة***، والحلول الألغوريتمية وبرهان صيغة الحل. ويظهر مفهوم المعادلة في كتاب الخوارزمي ليدل على فئة لانهائية من المسائل، لا كما يظهر عند البابليين مثلاً، في سياق حل هذه المسألة أو تلك. ومن جهة ثانية لم توجد المعادلات في مجرى حل المسائل المطروحة، كما عند البابليين أو عند ديوفنطس، إنما عُرِضت منذ البدء، انطلاقًا من تعابير أولية، تَنتُج من توافيقها كل الأشكال الممكنة للمعادلة. فبعد إدخاله التعابير الأولية مباشرة، يُعطي الخوارزمي الأصناف الستة التالية للمعادلات:

$$ax^2 = bx, ax^2 = c, bx = c, ax^2 + bx = c,$$
$$ax^2 + c = bx, ax^2 = bx + c$$

* أي التي يُمكن حلها عن طريق إيجاد قيمة جذورها. ** المقصود هنا قوانين الجمع والطرح والضرب والقسمة واستخراج الجذر التربيعي، لا الإشارات التي ترمز إليها والتي لم تدخل إلا مؤخراً، في حدود القرن السابع عشر. ***نقول اليوم أيضًا: الشكل «المُنتظِم» أو «القانوني» (canonique) للمعادلة (المترجم).

ومن ثم يُدخل ما نسميه اليوم مفهوم الشكل الطبيعي للمعادلة فارضًا تحويل كل معادلة من المعادلات السابقة إلى الشكل الطبيعي الموافق، حيث تأخذ المعادلات ثلاثيات الحدود الأشكال التالية:

$$x^2 + q = px \qquad x^2 = px + q \qquad x^2 + px = q \qquad (١)$$

وينتقل الخوارزمي بعد ذلك إلى تحديد الصيغ الألغوريتمية للحلول.

يُبرهن الخوارزمي أيضًا مختلف صيغ الحلول لا جبريًا إنما بواسطة مفهوم تساوي المساحات. وفي هذا المجال من المحتمل أن يكون قد استوحى معرفة قريبة العهد بـ *أصول* أقليدس التي قام بترجمتها إلى العربية زميله في «بيت الحكمة»، الحجّاج بن مطر.

يباشر الخوارزمي بعد ذلك دراسة قصيرة لبعض خصائص تطبيق القوانين الابتدائية لعلم الحساب على التعابير الجبرية الأبسط، فيدرس ضرب العوامل من النوع $(a \pm bx)\cdot(c \pm dx)$ حيث a,b,c,d أعداد منطقة.

لكي ندرك بشكل أفضل الفكرة التي كان يكوّنها الخوارزمي عن هذا الحقل العلمي الجديد ومدى خصوبة هذه الحقل، ينبغي بالطبع ألا نكتفي بمقارنة كتابه بالمؤلّفات الرياضية القديمة، بل أن نتفحص أيضًا التأثير الذي تركه في معاصريه وفي من أتوا بعده. عند ذلك فقط سينتصب هذا الكتاب بكل هامته مرتديًا بعده التاريخي الحقيقي. فإحدى السمات الأساسية لهذا الكتاب تكمن على ما نرى، في أنه أثار فور صدوره، تياراً من الأبحاث الجبرية. فالنديم، أحد أصحاب كتب الطبقات من القرن العاشر للميلاد، يعطينا لائحة طويلة بأسماء معاصري الخوارزمي وخلفائه، الذين أكملوا بحثه. ضمن هذه اللائحة، نجد أسماء ابن ترك وسند بن علي والصيدناني وثابت بن قرة وأبي كامل وسنان بن الفتح والحبوبي وأبي الوفاء البوزجاني.

وقد شهدت الفترة التي عاش خلالها الخوارزمي والفترة التي تلتها مباشرة، توسعًا في البحوث التي بدأها والتي تناولت ميادين نظرية المعادلات التربيعية والحساب الجبري والتحليل غير المحدد وتطبيق الجبر على مسائل الإرث وقسمة

التركات، إلخ. ولقد تطوّرت الأبحاث التي تناولت نظرية المعادلات نفسها في اتجاهات متعددة. أول هذه الاتجاهات هو ذلك الذي رسمه الخوارزمي نفسه، ولكن مع تحسين براهينه الهندسية الأولية. كان هذا هو الاتجاه الذي سلكه ابن ترك[2] الذي لم يُضِف جديداً إلى البراهين، إنما استعادها بمزيد من التركيز. أما الأبحاث التي قام بها ثابت بن قرة في الاتجاه نفسه بعد ذلك بقليل. فأكثر أهمية من تلك التي قام بها ابن ترك. ذلك لأن ابن قرة قد عاد إلى *أصول* أقليدس لإقامة براهين الخوارزمي على أسس هندسية أشد تماسكًا، وفي الوقت نفسه لتقديم ترجمة هندسية لمعادلات الدرجة الثانية. ويجدر أن نذكر هنا أن ابن قرة هو أول من ميّز بوضوح بين الطريقتين، الجبرية والهندسية، وأنه سعى إلى أن يبرهن أنهما تؤديان كلتاهما إلى النتيجة ذاتها، أي إلى التفسير الهندسي للطرائق الجبرية.

وسوف نتبين لاحقًا أن الترجمة الهندسية التي قام بها ابن قرة لمعادلات الخوارزمي، كانت مهمة جداً في تطوير نظرية المعادلات الجبرية. أما الآن فسوف نشير إلى ترجمة أخرى، مختلفة تمامًا، تزامنت تقريبًا مع الأولى، وأثرت أيضًا بشكل أساسي في تطوير النظرية عينها: إنها ترجمة مسائل الهندسة بتعابير تعود إلى الجبر. فلم يكتف الماهاني، المعاصر لابن قرة، بترجمة بعض المسائل ثنائية التربيع من الكتاب العاشر من *أصول* أقليدس، إلى معادلات جبرية، إنما قام أيضًا بترجمة مسألة مجسمة، مطروحة في كتاب *الكرة والأسطوانة* لأرشميدس إلى معادلة جبرية من الدرجة الثالثة.

ومن جهة أخرى شهد الحساب الجبري بعد الخوارزمي توسعًا ملحوظًا. وقد يكون هذا المجال هو موضوع البحث الرئيسي الذي شارك فيه العدد الأكبر من علماء الجبر الذين خلفوا الخوارزمي. فلقد بدأت التعابير الجبرية نفسها بالتوسع حيث تزايدت قوّة المجهول إلى أن بلغت السادسة عند أبي كامل وسنان بن الفتح. وهذا

---

[2] انظر أيدين سايلي:

Aydin Sayili, *Logical necessities in mixed equations by 'Abd al-Ḥāmid ibn Turk and the algebra of his time*, Ankara, 1962, 145 sqq.

الأخير أعطى لهذه القوى تحديداً ضربياً[3] (أي بواسطة عملية الضرب)، على خلاف أبي كامل الذي حددها جميعًا (بواسطة عملية الجمع). لكن المؤلف الجبري لأبي كامل، هو الذي طبع عصره كما طبع تاريخ الجبر[4]؛ فهذا الرياضي يضمّ في كتابه، إضافة إلى التوسع في الحساب الجبري، فصلاً جديداً من الجبر، هو الفصل التحليل السيال (غير المحدد)، أو التحليل الديوفنطيسي المُنطَق.

٢. لن يكون بالإمكان إطلاقًا فهم تاريخ الجبر، إذا لم ننتبه إلى الإسهامات التي قدّمها تياران من الأبحاث تطورا خلال الفترة التي سبق وذكرناها.

يتعلّق التيار الأول بدراسة الكميات غير المنطقة، إما من خلال قراءة الكتاب العاشر من *الأصول*، أو من خلال طريق أخرى بمعزل عن ذلك الكتاب. ومن بين الرياضيين الذين شاركوا في هذه البحوث نستطيع أن نورد أسماء الماهاني وسليمان ابن عصمة والخازن والأهوازي ويوحنا بن يوسف والهاشمي.

أما التيار الثاني في البحث فقد أحدثته ترجمة كتاب *الحساب* لديوفنطس إلى العربية، وخاصة القراءة الجبرية لهذا الكتاب. هذا الكتاب وإن لم يكن عملاً جبرياً بالمعنى الخوارزمي، إلا أنه احتوى تقنيات في الحساب الجبري شديدة الأهمية قياساً إلى عصرها كالإبدال والحذف وتبديل المتغيرات، إلخ. وقد كان هذا الكتاب موضوعًا لشروح وتعليقات عدد من الرياضيين، مثل قسطا ابن لوقا، الذي ترجمه إلى العربية في القرن التاسع م وأبي الوفاء البوزجاني في القرن الذي تلاه؛ غير أن هذه النصوص مفقودة للأسف.

إن هذا التطور في الحساب الجبري، إن من حيث توسعه إلى ميادين أخرى، أو من حيث كمية النتائج التقنية التي أنتجها، أدّى إلى تجدد هذه المادة العلمية نفسها التي هي الجبر. فمن بعد الخوارزمي بقرن ونصف القرن من الزمن، قدّم الرياضي البغدادي، الكرجي، تصوراً لمشروع آخر في البحث وهو تطبيق علم

[3] عن القوى عند سنان بن الفتح، انظر ر. راشد، *تاريخ العلوم العربية بين الجبر والحساب*، ترجمة د. حسين زين الدين، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ١٩٨٩.

[4] أبو كامل، *كتاب الجبر والمقابلة*.

الحساب على الجبر؛ فقد قام بدراسة منهجية لتطبيق قوانين علم الحساب ولبعض طرائقه[5] على التعابير الجبرية، وخاصة على كثيرات الحدود. إن إجراء هذه الحسابات على التعابير الجبرية من الشكل

$$f(x)=\sum_{k=-m}^{n} a_k x^k \qquad (\text{حيث } m, n \in \mathbb{Z}+).$$

أضحى بالتحديد، الموضوع الرئيسي للجبر. ولا شك أن نظرية المعادلات الجبرية استمرت حاضرة في الأعمال الجبرية، إلا أنها باتت لا تحتل سوى مكانة متواضعة في اهتمامات علماء الجبر. وأدى ذلك إلى تبدلات هامة طرأت على كتب الجبر، محتوى وتنظيماً.

ومن دون أن نستعيد هنا تاريخ قرون ستة من الجبر، نستطيع تسليط الضوء على الأثر البالغ لعمل الكرجي، وذلك عن طريق النظر إلى أحد خلفائه من القرن الثاني عشر للميلاد، وهو السموأل (المتوفّى عام ٥٦٩-٧٠هـ/١١٧٤م)، الذي يدمج في كتابه الجبري، *الباهر*، الكتابات الأساسية للكرجي. يبدأ السموأل بتحديد مفهوم القوة الجبرية بكل عموميتها[6] ويعطي بفضل التحديد القاضي بأن $x^0=1$، القاعدة المكافئة لـ $x^m \cdot x^n = x^{m+n}$ حيث $m, n \in \mathbb{Z}$. تلي ذلك دراسة العمليات الحسابية على وحيدات الحد وكثيرات الحدود، وبشكل خاص، قسمة كثيرات الحدود، وكذلك تقريب الكسور بعناصر من حلقة كثيرات الحدود. فهو يُعطي على سبيل المثال الصيغ المكافئة للتالية:

---

[5] أو بتعبير حديث «خوارزمياته» (المترجم).

[6] هذا ما كتبه السموأل بعد أن سجّل القوى في جدول، من الجهتين التي يفصل بينهما x^0: كما أن المراتب المتناسبة المبتدئة من الآحاد تتوالى على نسبة العشر بغير نهاية؛ كذلك نتوهم في الجهة الأخرى مراتب الأجزاء [من العشر تتوالى] على تلك النسبة، ومرتبة الآحاد كالواسطة بين مراتب العدد الصحاح التي تتضاعف آحادها على نسبة العشر و... (*الباهر في الجبر للسموءل المغربي*، تحقيق وتحليل صلاح أحمد ورشدي راشد، دمشق ١٩٧٢، ص. ١٩).

$$\frac{f(x)}{g(x)}=\frac{20x^2+30x}{6x^2+12}\approx\frac{10}{3}+\frac{5}{x}-\frac{20}{3x^2}-\frac{10}{x^3}+\frac{40}{3x^4}+\frac{20}{x^5}-\frac{80}{3x^6}-\frac{40}{x^7}$$

حيث يحصل السموأل على نوع من التوسيع المحدود لـ $h(x)=\frac{f(x)}{g(x)}$، الذي لا يصحّ إلا عند اتخاذ x قيمة كبيرة بما فيه الكفاية.

نجد بعد ذلك استخراج الجذر التربيعي لكثيرة الحدود ذات المعاملات المنطقة. وقد كرّس الكرجي لكل هذه الحسابات على كثيرات الحدود مؤلّفًا مفقوداً إلى اليوم. غير أن السموأل، ولحسن الحظ، يستشهد به، في هذا المؤلف يتعهّد الكرجي تبيان صيغة توسيع ثنائية الحد وإعطاء جدول معاملات هذا التوسيع فيعطي ما يكافئ الصيغة.

$$(a+b)^n=\sum_{k=0}^{n}C_n^k\,a^{n-k}b^k \quad \text{حيث } n\in\mathbb{N}.$$

ونشهد عند الكرجي، في سياق برهان هذه الصيغة، ظهور «الاستقراء التام المنتهي» بشكل بدائي، كطريقة للبرهان في الرياضيات. ومن بين وسائل الحساب المساعد يعطي السموأل مجموع مختلف المتواليات الحسابية التي أعطاها الكرجي مع براهينها:

$$\sum_{k=1}^{n}k,\quad \sum_{k=1}^{n}k^2,\quad \left(\sum_{k=1}^{n}k\right)^2,\quad \sum_{k=1}^{n}k(k+1).$$

بعد ذلك يَطرح الكرجي السؤال حول كيفية إجراء الضرب والقسمة والجمع والطرح واستخراج الجذور على المقادير غير المُنطَقة [7]. الإجابة عن هذا السؤال دَفَعت بالكرجي وبخلفائه إلى قراءة جبرية متعمّدة للكتاب العاشر من *الأصول*، وإلى تعميم لانهائي لوحيدات الحد وثنائيات الحد المعطاة في هذا الكتاب، وإلى اقتراح قواعد حساب نجد من بينها بشكل صريح القاعدة التي صاغها الماهاني.

---

[7] المرجع نفسه، ص. ٣٧.

$$\left(x^{\frac{1}{n}}\right)^{\frac{1}{m}} = \left(x^{\frac{1}{m}}\right)^{\frac{1}{n}} \quad \text{و} \quad x^{\frac{1}{m}} = \left(x^{n}\right)^{\frac{1}{mn}}$$

مع قواعد أخرى مثل:

$$\left(x^{\frac{1}{m}} \pm y^{\frac{1}{m}}\right) = \left[y\left(\left(\frac{x}{y}\right)^{\frac{1}{m}} \pm 1\right)^{m}\right]^{\frac{1}{m}}.$$

ويحوي الكتاب فصلاً هاماً حول التحليل الديوفنطسي المنطق، وآخر حول حل أنظمة المعادلات الخطية كثيرة المجهولات؛ يعطي فيه السموأل نظامًا من ٢١٠ معادلات خطية في ١٠ مجاهيل.

نرى إذن انطلاقًا من أعمال الكرجي تشكّلَ تيّار من البحث في الجبر وتكوّنَ تقليد يسهل التعرّف عليه من حيث محتوى وتنظيم أي من الأعمال التي تنتمي إليه.

وعلى الرغم من أن الفصل المتعلّق بنظرية المعادلات الجبرية، لم يكن في مركز اهتمامات هذا التيّار، إلا أن هذا الفصل لم يراوح مكانه، بل أحرز بعض التقدم. فلقد عالج الكرجي نفسه على خطى أسلافه، المعادلات التربيعية. وقد حاول بعض الرياضيين الذين أتوا بعده دراسة حل المعادلات من الدرجتين الثالثة والرابعة. فيشهد نص للسُلَمي (وهو رياضي من القرن الثاني عشر للميلاد)، أنه تناوَل المعادلة التكعيبية، باحثًا عن حلّ لها بواسطة الجذور؛ ويشهد النص نفسه[8] على اهتمام الرياضيين من عصره بمثل هذا الحل.

٣. سعى علماء الجبر الحسابيون إلى حل المعادلات بواسطة الجذور وأرادوا تبرير خوارزمياته، حلولهم. وأعطى بعضهم أحيانًا (كأبي كامل على سبيل المثال)، تبريرين لخوارزمياته، أحدهما هندسي والآخر جبري. وفيما يخص المعادلة التكعيبية، لم يكن ينقصهم الحل بواسطة الجذور وحسب إنما أيضًا تبرير الخوارزمية

---

[8] السُلمي، *المقدّمة الكافية في حساب الجبر والمقابلة*، مجموعة پول سباط، الرقم ٥، الورقتان ٩٢ظ-٩٣و.

المتبعة، وذلك لتعذر بناء الحل بواسطة المسطرة والبركار. وقد تبعت الاستعانة الصريحة بالقطوع المخروطية لحل المعادلات التكعيبية، بدون إبطاء، الترجمات الجبرية للمسائل المجسمة*. ولقد أتينا على ذكر تعرّض الماهاني في القرن التاسع م، لـ «مقدّمة أرشميدس»[9]. ولم تتأخّر بعد ذلك ترجمة المسائل الأخرى (مثل تثليث الزاوية، ومسألة المتوسّطين، وبشكل خاص، مسألة المسبع المنتظم) بتعابير تعود إلى الجبر. غير أن هذه الصعوبة التي سبق ذكرها*، إضافة إلى صعوبة حل المعادلة التكعيبية بواسطة الجذور، حملتا علماء الرياضيات من القرن العاشر للميلاد، مثل الخازن وابن عراق وأبي الجود بن الليث والشنّي وغيرهم، على ترجمة هذا النوع من المعادلات إلى لغة الهندسة[10]، فصاروا قادرين على أن يطبقوا في دراستهم للمعادلة التكعيبية، تقنية دَرَجَ استخدامُها في معالجة المسائل المجسمة، وهي تقنية تقاطع المنحنيات المخروطية. هنا بالذات يكمن السبب الرئيسي فيما نُسمّيه «هندسة» نظرية المعادلات الجبرية (أي تحويلها إلى مسائل هندسية). فخلافًا لما فعل ثابت بن قرة لا يقوم هؤلاء الرياضيون بترجمة المعادلات الجبرية هندسيًا بهدف إيجاد الحل الهندسي المكافئ للحل الجبري الذي سبق أن حصلوا عليه، لكنهم يسعون عن طريق الهندسة إلى تحديد الجذور الموجبة للمعادلة التي لم يتمكّنوا من تحديد جذورها بوسيلة أخرى. وفي هذا المجال بقيت محاولات الخازن والقوهي وابن الليث والشني وغيرهم، إسهامات جزئية إلى أن تصوّر الخيّام (٤٣٩-٥٢٥ هـ/ ١٠٤٨-١١٣١ م) مشروعَه، وهو إعداد نظرية هندسية للمعادلات من الدرجة الثالثة وما دون.

---

* أو الجرمية (المترجم).

[9] ذكر الخيام بأسلوبه الخاص ترجمة الماهاني لمسألة أرشميدس إلى معادلة جبرية، وذلك في رسالته الجبرية؛ راجع «رياضيات عمر الخيام»، تأليف رشدي راشد وبيجان وهاب زاده، ترجمة نقولا فارس، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت ٢٠٠٥، ص. ١٧١.

* تعذّر بناء الحل بواسطة المسطرة والبركار (المترجم).

[10] المرجع نفسه، ص.٢٣٦-٢٣٨.

وجد الخيّام لكلّ صنف من أصناف هذه المعادلات، بناءً لجذر موجب بواسطة تقاطع قَطعين مخروطيين؛ فمثلاً لحلّ المعادلة: «مكعب يعدل أضلاعًا وعدداً»، أي:

$$(*) \quad x^3 = bx + c \ \text{حيث} \ b, c > 0.$$

لا يأخذ الخيّام بالاعتبار سوى الجذر المُوجِب. ولتحديد هذا الجذر، يعمد إلى تقاطع نصف قطع مكافئ مع فرع من قطع زائد متساوي الأضلاع.

وفي سبيل الإعداد لهذه النظرية الجديدة، كان على الخيّام أن يتصوّر بشكل أفضل العلاقات الجديدة بين الهندسة والجبر وأن يصوغ هذه العلاقات. وبهذا الصدد نذكّر بالمفهوم الأساسي الذي أدخله الخيّام وهو مفهوم وحدة القياس. هذا المفهوم الذي، إن تحدّد بشكل ملائم نسبة إلى مفهوم البعد، يسمح بتطبيق الهندسة على الجبر. غير أن هذا التطبيق قاد الخيّام في اتجاهين، قد يبدوان للوهلة الأولى متناقضين: ففي حين أضحى الجبر عنده يتماهى مع نظرية المعادلات الجبرية، بدأت هذه النظرية، ولو بشكل خجول، تتعالى فوق الحدود الفاصلة بين الجبر والهندسة. وأضحت نظرية المعادلات، أكثر من أي وقت مضى، تُشكّل مكانًا يتلاقى فيه الجبر والهندسة، بالإضافة إلى استدلالات وطرائق تحليلية تتزايد يومًا بعد اليوم. ويتوصّل الخيّام في رسالته إلى نتيجتين بارزتين اعتاد المؤرخون نسبتهما إلى ديكارت (Descartes) وهما: حل عام لكل المعادلات من الدرجة الثالثة بواسطة تقاطع قطعين مخروطيين، وحسابات هندسية أصبح إجراؤها ممكنًا عن طريق اختياره وحدة قياسية للأطوال، مع بقائه، وخلافًا لديكارت، أمينًا على قاعدة التجانس.

وتجدر الإشارة إلى أن الخيّام لم يتوقف عند هذا الحد، بل حاول أيضًا إعطاء حلّ عددي تقريبي للمعادلة التكعيبية؛ ففي رسالة له بعنوان «في قسمة ربع الدائرة»[11]، حيث يعلن مشروعه الجديد عن نظرية المعادلات، توصّل إلى حل عددي تقريبي لمعادلة من الدرجة الثالثة بواسطة جداول علم المثلثات.

---

[11] المرجع نفسه، ص. ٢٣٢،

٤. إلى الأمس القريب، ساد الاعتقاد بأن إسهام رياضيي ذلك العصر في نظرية المعادلات الجبرية. اقتصر على مؤلّف الخيّام. لكن هذا الاعتقاد قد خاب. فلم يُشكّل عمل الخيّام افتتاحاً لتقليد حقيقي فحسب، بل أن هذا العمل شهد تحولات عميقة، بعد أقل من نصف قرن على وفاة مبدعه.

فقد صيغ بعد الخيّام بجيلين، أحد أهم أعمال هذا التيار الجبري، وهو مؤلف شرف الدين الطوسي «المعادلات»[12]. رسالة الطوسي هذه (التي ألّفها حوالى العام ٥٦٥ هـ/ ١١٧٠ م) قدّمت تجديدات مهمّة بالنسبة إلى عمل الخيّام. فخلافاً لمسار هذا الأخير، لم يكن مسار الطوسي شاملاً وجبرياً، بل كان موضعياً وتحليلياً. هذا التغيير الجذري ذو الأهمية الخاصة في تاريخ الرياضيات الكلاسيكية، استطاع أن يُشكّل ما يُشبه الجسر بين الجبر التقليدي والطرائق اللامتناهية في الصغر[13] في المراحل الأولى من تكوّنها.

إن مَثَلَ الطوسي يكفي ليدل على أن نظرية المعادلات لم تتعرض فقط للتحولات منذ الخيّام، إنما استمرت تبتعد أكثر فأكثر عن ميدان البحث عن الحلول بواسطة الجذور، واتجهت لتطال مجالاً واسعًا من الأبحاث التي انتهت فيما بعد إلى الهندسة التحليلية أو بكل بساطة إلى التحليل الرياضي.

٢- التحليل التوافيقي

بدأ النشاط التوافيقي بالظهور كمادّة علمية، ولكن بشكل مبعثر عند اللغويين من جهة وعند علماء الجبر من جهة أخرى. ولم يتم الربط بين هذين التيارين إلاّ لاحقاً، حيث ظهر التحليل التوافيقي كأداة رياضية يمكن تطبيقها في الأوضاع الأكثر تنوّعًا: اللغوية والفلسفية والرياضية وغيرها، فأصبح بالإمكان

[12] شرف الدين الطوسي، *الجبر والهندسة في القرن الثاني عشر - مؤلّفات شرف الدين الطوسي الرياضية*، تأليف وتحقيق وشرح رشدي راشد، نقله إلى العربية نقولا فارس، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت ١٩٩٨.

[13] انظر الطوسي، المرجع السابق.

التكلم على نشاط توافيقي بالعربية. وقد بدأ ظهور هذا النشاط باكراً، منذ القرن التاسع م، عند اللغويين والفلاسفة الذين طرحوا مسائل تتعلّق باللغة، وبشكل خاص في ثلاثة ميادين هي علم النُطق (الأصوات الكلامية) والمعجميات وعلم المعميات. وقد طبع اسم الخليل بن أحمد (١٠٠-١٧٠ هـ/ ٧١٨-٧٨٦ م) تاريخ هذه الميادين الثلاثة. استعان الخليل بن أحمد بشكل صريح، بحساب التراتيب والتوافيق في سبيل تكوين علم المعاجم العربي. فقد بدأ من أجل تأليف المعجم بحساب عدد توافيق الأحرف الأبجدية المكوّنة من r حرفًا، بدون تكرار حيث $r \in \{2,3,4,5\}$، ثم حسب عدد التباديل في كل زمرة مكوّنة من r أحرف. وبتعبير آخر، قام بحساب

$$A_n^r = r!\, C_n^r$$

حيث n هو عدد أحرف الأبجدية و $1 < r \le 5$.

ونجد نظرية الخليل هذه وحساباته في كتابات معظم المعجميين اللاحقين. ومن جهة أخرى، استُخدِمت هذه النظرية في المعميات الذي تطور انطلاقًا من القرن التاسع م، على يد الكندي، ومن ثم في نهاية ذلك القرن نفسه وبداية القرن التالي، على يد لغويين مثل ابن وحشية وابن طباطبا وغيرهم. وقد استعان علماء المعميات في ممارسة علمهم بالتحليل النطقي للخليل، وبحساب تواتر الأحرف بالعربية، وبحساب التباديل والتوافيق.

وبالتزامن مع هذا النشاط التوافيقي المهمّ، قام علماء الجبر في نهاية القرن العاشر للميلاد، بإعلان قاعدة إنشاء المثلث الحسابي وبرهانها في سياق حساب معاملات توسيع ذي الحدين، كما ذكرنا. فقد أعطى الكرجي[14] القاعدة التالية:

$$C_n^r = C_{n-1}^{r-1} + C_{n-1}^r \qquad (*)$$

والتوسيع:

[14] *الباهر في الجبر* للسموأل المغربي، تحقيق وتحليل صلاح أحمد ورشدي راشد، ص. ١٠٤ وما يليها.

$$. (a+b)^n = \sum_{r=0}^{r=n} C_n^r \cdot a^{n-r} \cdot b^r$$

ولقد قام علماء الجبر بتطبيق القواعد الجديدة في حساباتهم. فالسموأل، على سبيل المثال[15]، أخذ عشرة مجاهيل، وبحث عن نظام من المعادلات الخطية ذي ستة مجاهيل. ثم قام بتوفيق الأرقام العَشَرية العشرة، ستة ستة*، معتبراً هذه الأرقام، كرموز لهذه المجاهيل** وحصل بذلك على نظامه المؤلف من ٢١٠ معادلات؛ وعمل أيضًا بواسطة التوافيق، ليجد الـ ٥٠٤ شرطًا لكون هذا النظام مقبولاً (أي غير مستحيل). كل هذه النشاطات التوافيقية وهذه القواعد المُكتشفة خلال البحث اللغوي والدراسات الجبرية، شكّلت الظروف الملموسة لبروز هذا الفصل الجديد من الرياضيات. يبقى أن شهادة ميلاد هذا الفصل تكمن في الشرح التوافيقي الصريح للمثلث الحسابي ولقانون تشكيله ....، أي في الشرح التوافيقي للقواعد التي أعطاها الكرجي كأدوات لحسابه. ومن المغالاة الاعتقاد بأن علماء الجبر لم يتنبّهوا باكراً إلى هذا الشرح التوافيقي (أي إلى الطابع التوافيقي لهذه القواعد)؛ بل على العكس يزداد اقتناعنا يوماً بعد يوم بأنهم أدركوا هذا الشرح، ولكن لم يكن لديهم أي دافع لإعطاء صيغة صريحة له. ومن المحتمل جداً أن يكون هذا الشرح التوافيقي معروفًا قبل القرن الثالث عشر للميلاد؛ هذا ما يمكننا اليوم إثباته بفضل نص للرياضي والفيلسوف نصير الدين الطوسي (٥٩٧-٦٧٢ هـ/ ١٢٠١-١٢٧٣ م)، بقي مجهولاً إلى أمس قريب. تدلّ قراءة هذا النص[16] على أن الطوسي كان على علم بهذا التفسير التوافيقي، وكان يقدّمه بكل بساطة على أنه أمر مُسلَّم به، وكان يعبّر عنه بمصطلحات، تجدها لاحقًا بشكل كامل أو جزئي عند خلفائه. خلال هذه الدراسة واجَه الطوسي مسألة حساب عدد التوافيق ذات الـ k

[15] المرجع نفسه، ص.٢٣٢ من النص العربي و٧٧ وما يليها من المقدّمة.

* أي عدد التوافيق التي يتكوّن كل منها من ستة أرقام.

**بلغة عصرنا، يقال لها أدلة – جمع دليل: indice– لهذه المجاهيل (المترجم).

[16] انظر «التحليل التوافيقي والميتافيزيقا: ابن سينا والطوسي والحلبي»، ص. ٤٠١.

كائناً التي يمكن تشكيلها من ضمن مجموعة من n كائناً، حيث $1<k\leq n$ وهكذا، قام بحساب $\sum_{k=1}^{n} C_n^k$ حيث $n=12$ واستخدم في سياق حسابه المساواة $C_n^k = C_n^{n-k}$.

ويُستحسَن أن نذكر هنا أن الطوسي أعطى في كتابه الحسابي[17] المثلث الحسابي وقانون إنشائه. وقام بحساب عبارة مكافئة لـ $\sum_{k=0}^{m} C_m^k C_n^{p-k}$ حيث $1\leq p\leq 16$ و$n=12$.

بدءاً من الطوسي على أقل تقدير، وربما من قبله، لم يتوقف البحث عن الشرح التوافيقي للمثلث الحسابي ولقانون تشكيله، وكذلك عن مجموعة القواعد الأولية للتحليل التوافيقي. وقد أشرنا في مقال سابق إلى أن كمال الدين الفارسي (المتوفى عام ٧١٩ هـ/١٣١٩ م)، قام ببحث حول نظرية الأعداد، عند نهاية ذلك القرن وبداية القرن الرابع عشر للميلاد، يعود فيه إلى هذا الشرح ويستخدم المثلث الحسابي الترتيبات العددية، وهي النتيجة المنسوبة عادة إلى باسكال (Pascal). فمن أجل تأليف الأعداد الشكلية[18]، يبرهن الفارسي علاقة مكافئة لـ

$$F_p^q = \sum_{k=1}^{p} F_k^{q-1} = C_{p+q-1}^{p} .$$

حيث يرمز F_p^q إلى العدد الشكلي من المرتبة p ومن الدرجة q. علماً أن $F_1^q = 1$ لأيّ عدد q.

لكن بينما كان الفارسي منكبًا على هذه الأعمال في إيران، كان ابن البناء (المتوفى عام ٧٢١ هـ/ ١٣٢١ م) منصرفًا في مراكش، إلى التحليل التوافيقي. وهذا الأخير يعود إلى الشرح التوافيقي ويستعيد القواعد التي عرفت قبله، وخاصة قواعد التراتيب المكونة من r عنصراً، بدون تكرار، من مجموعة تتكوّن من n عنصراً، والتباديل والتوافيق بدون تكرار:

$$A_n^r = n(n-1)\ldots(n-r+1)$$

$$A_n^n = n!$$

---

[17] نصير الدين الطوسي، *جوامع الحساب بالتخت والتراب*، تحقيق أ. س. سعيدان في «الأبحاث»، السنة ٢٠، الجزء ٢، ص. ١٤١–١٤٦، والجزء ٣ (١٩٦٧).

[18] انظر ر. راشد، *تاريخ العلوم العربية بين الجبر والحساب*، ص. ٢٩٩–٣٤٨،

$$. C_n^r = \frac{A_n^r}{r!}$$

وهذه علاقات تُستنتَج بسهولة من العبارة (*) الواردة أعلاه، التي أعطاها الكرجي قبل ثلاثة قرون.

لم يكن الفارسي وابن البناء من خلفاء الطوسي فحسب، إنما استخدما الجزء الأكبر من المعجم الذي تبنّاه. ومع هذين المؤلفين، لم يقتصر ميدان تطبيق التحليل التوافيقي على الجبر أو على اللغة فقط، إنما تعدّاهما إلى الميادين الأكثر تنوّعًا مثل ما بعد الطبيعة، أي إلى كل ميدان يوجد فيه اهتمام بتقسيم مجموعة من الأشياء.

استمر هذا المفهوم وهذا الفصل الرياضي إلى ما بعد تلك الحقبة. وتواصل العمل بالتحليل التوافيقي في مختلف المؤلفات الرياضية، وتكرّست له مقالات مستقلة. وقد تطرّق إلى هذا التحليل علماء الرياضيات اللاحقون مثل الكاشي[19] وابن الملك الدمشقي[20] واليزدي[21] وتَقي الدين بن معروف وغيرهم.

٣ – التحليل العددي

تُعطى الرياضيات العربية من الخوارزميات العددية عدداً أكبر بكثير مما تُعطيه الرياضيات الهيلينستية. فلم يقتصر دور الجبر على تقديم الوسائل النظرية الضرورية للتوسع في هذا المجال (ومن هذه الوسائل دراسة العبارات كثيرة الحدود والقواعد التوافيقية)؛ فقد قدّم الجبر أيضًا ميدانًا رحبًا لتطبيق هذه التقنيات هو ميدان الطرائق التي طوّرت لتحديد الجذور الموجبة للمعادلات العددية، ومن جهة أخرى، دفع البحث في علم الفلك، علماء الرياضيات إلى استعادة مسائل الاستكمال

[19] الكاشي، *مفتاح الحساب*، حقّقه أ. س. دمرداش وم. ح. الحفني، القاهرة ١٩٦٧، ص. ٧٣–٧٤، حيث يعطي قانون تشكيل المثلث الحسابي.

[20] *الإسعاف الأتم*، مخطوطة رياضة ١٨٢، دار الكتب، القاهرة، حيث يعطي المثلث الحسابي ويشرح تشكيله في الصفحتين ٤٦–٤٧.

[21] *عيون الحساب*، مخطوطة Hazinezi ١٩٩٣، سليمانية، اسطنبول. انظر المثلث الحسابي في الورقتين ١ و٣٠ وجه وظهر.

لبعض الدالات المثلثاتية. وقد طُبِّق بعض هذه الطرائق، كما سنرى، في البحث الكمّي في علم المناظر. ونتجت من ذلك مجموعة لا يستهان بها من التقنيات العددية التي من المستحيل إيرادها في هذا العدد الضئيل من الصفحات.

وأهم من عدد الخوارزميات العددية التي وجدها علماء الرياضيات، هو اكتشافهم لمحاور جديدة في البحث، كالتبرير الرياضي للخوارزميات والمقارنة بين مختلف الخوارزميات بهدف اختيار الأفضل، وبكلمة مختصرة، التفكير الواعي حول طبيعة التقريبات العددية ونهاياتها.

يبقى إذاً أن نعود إلى الميادين الرئيسية التي تقاسمت التحليل العددي، وهي: استخراج الجذور لعدد صحيح، وحل المعادلات العددية من جهة، وطرائق الاستكمال من جهة أخرى.

كلّما أوغلنا أكثر فأكثر في تاريخ الرياضيات العربية صادفنا خوارزميات لاستخراج الجذور التربيعية والتكعيبية؛ بعض هذه الخوارزميات من أصل هيلينستي، والبعض الآخر من أصل هندي على الأرجح، وبعضها أخيراً يعود إلى الرياضيين العرب أنفسهم.

ومن بين الصيغ التي كانت متداولة في بداية القرن العاشر للميلاد، نذكر اثنتين بشكل خاص، دُعيت كلاهما «التقريب الاصطلاحي»، وهما:

$$\sqrt{N} = a + \frac{r}{2a+1} \quad (N = a^2 + r \text{ عندما يكون})$$

و
$$\sqrt[3]{N} = a + \frac{r}{3a^2+3a+1} \quad (N = a^3 + r \text{ عندما يكون}).$$

في نهاية ذلك القرن نفسه، كان الرياضيون على علم أكيد بالخوارزمية المسماة طريقة روفيني–هورنر (Ruffini-Horner)*. يطبق كوشيار بن اللبّان هذه الخوارزمية،

*رياضيان من القرن الثامن عشر–التاسع عشر (المترجم).

ذات الأصل الهندي على ما يبدو، في مؤلفه الحسابي[22]. ونحن نعلم الآن أن ابن الهيثم (المتوفى بعد ٤٣١ هـ/ ١٠٤٠ م)، لم يكن فقط على علم بهذه الخوارزمية، إنما جهد بإعطائها إثباتاً رياضياً. وطريقته الشاملة هذه نعرضها هنا، إنما بلغة مختلفة:

لتكن $f(x)$ كثيرة حدود ذات معاملات صحيحة، ولتكن المعادلة:

$$f(x) = N. \qquad (*)$$

ليكن s جذراً موجباً لهذه المعادلة، ولنفترض $(s_i)_{i\geq 0}$ متتالية من أعداد صحيحة موجبة بحيث يكون $\sum_{i=0}^{k} s_i \leq s$؛ الأعداد s_i يقال لها أجزاء من s.

بديهي أن يكون للمعادلة:

$$f_0(x) = f(x + s_0) - f(s_0) = N - f(s_0) = N_0$$

جذور المعادلة $(*)$ بإنقاص s_0 من كل منها.

لنشكّل بالاستقراء، لكل دليل i، المعادلة:

$$f_i(x) = f(x + s_0 + \ldots + s_i) - f(s_0 + \ldots + s_i)$$
$$= [N - f(s_0 + \ldots + s_{i-1})] - [f(s_0 + \ldots + s_i) - f(s_0 + \ldots + s_{i-1})] = N_i$$

مثلاً لـ $i = 1$، يكون لدينا:

$$f_1(x) = f(x + s_0 + s_1) - f(s_0 + s_1) = [N - f(s_0)] - [f(s_0 + s_1) - f(s_0)]$$
$$= N_0 - [f(s_0 + s_1) - f(s_0)] = N_1.$$

---

[22] راجع:

Kūshyār ibn Labbān, *Principles of Hindu Reckoning*, trad. par Martin Levey et Marvin Petruck, Madison 1965.

والنص العربي لكوشيار الذي حققه أ. سعيدان، مجلة معهد *المخطوطات العربية*، القاهرة، أيّار ١٩٦٧، ص. ٥٥-٨٣.

تعطي الطريقة التي طبّقها ابن الهيثم وبرّرها والتي استخدمها كوشيار، والمسماة في عصرنا هذا طريقة روفيني-هورنر، خوارزمية تتيح الحصول على معاملات المعادلة من المرتبة i انطلاقاً من معاملات المعادلة من المرتبة.$(i - 1)$ هنا تكمن الفكرة الرئيسية لهذه الطريقة[23].

وفيما بعد، لم يقتصر العمل بمجموعة الطرائق والنتائج السابقة، المكتسبة من بداية القرن الحادي عشر للميلاد على معاصري علماء الرياضيات هؤلاء، إنما نجدها في مجمل مؤلّفات علم الحساب اللاحقة، وهي وفيرة العدد. من بين هذه المؤلفات، نذكر مؤلفات النَسَوي[24] خليفة كوشيار، ونصير الدين الطوسي[25]، وابن الخوام[26]، والبغدادي وكمال الدين الفارسي[27] وغيرهم.

لم يعد علماء الرياضيات بعد أن حازوا على المثلث الحسابي وصيغة ذي الحدين منذ نهاية القرن العاشر للميلاد يصادفون صعوبات كبيرة في تعميم الطرائق المذكورة سابقاً وفي صياغة الخوارزمية في حالة الجذر النوني. فقد قامت في القرن الحادي عشر للميلاد محاولات كهذه مع البيروني والخيّام، لكنها ومع الأسف فقدت. ففي إسهامه في العام ٥٦٧-٨هـ/١١٧٢م، لم يطبّق السموأل الطريقة المسماة روفيني-هورنر لاستخراج الجذر النوني لعدد صحيح ستيني فحسب، ولكنه صاغ أيضاً

[23] انظر دراستنا حول استخراج الجذر التربيعي والجذر التكعيبي لابن الهيثم. انظر كذلك :

R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IX^e au XI^e siècle*. Vol. II : *Ibn al-Haytham*, London, al-Furqān Islamic Heritage Foundation, 1993.

[24] انظر نسوي نامه (Nasawī Nāmeh)، تحقيق أبو القاسم قرباني، طهران، ١٩٧٣، ص. ٦٥ وما يليها من المقدّمة الفارسية للطبعة، وص. ٨ وما يليها من صورة النص العربي المنشور. انظر كذلك:

Heinrich Suter, *Über das Rechenbuch des Alī ben Ahmed el-Nasawī*, "Bibliotheca Mathematica", III, 7, 1906/7, p. 113-119.

[25] نصير الدين الطوسي، *جوامع الحساب بالتخت والتراب*، ص. ٢ و ٣، و ١٤١ وما يليها و٢٦٦ وما يليها.

[26] ابن الخوام، *الفوائد البهائية في القواعد الحسابية*، مخطوطة ٥٦١٥، المكتبة البريطانية، ٧و-٨.

[27] كمال الدين الفارسي، *أساس القواعد*، تحقيق م. موالدي، أطروحة دكتوراه، باريس، ١٩٨٩.

مفهومًا واضحًا للتقريب. بكلمة «تقريب»، عنى هذا الرياضي من القرن الثاني عشر م، تحديد أي عدد حقيقي بواسطة متتالية من الأعداد المعلومة، بتقريب يستطيع الرياضي تصغيره بقدر ما يريد. المقصود إذاً، قياس الفارق بين الجذر النوني غير المنطق ومتتالية من الأعداد المنطقة. وبعد أن حدد السموأل مفهوم التقريب، بدأ بتطبيق الطريقة المسماة طريقة روفيني–هورنر، على المثل:

$f(x) = x^5 - Q = 0$، حيث $Q = 0;0,0,2,33,43,36,48,8,16,52,30$.

استمرّ استخدام هذه الطريقة إلى ما بعد القرن الثاني عشر للميلاد ووجدت في مقالات أخرى في علم «الحساب الهندي»، حسب تعبير ذلك العصر. ونجدها أيضاً فيما بعد عند أسلاف الكاشي، وعند الكاشي نفسه، وكذلك عند خلفائه. فعلى سبيل المثال، أعطى الكاشي في مؤلّفه «مفتاح الحساب»، حلاً تقريبيًا للمعادلة:

$f(x) = x^5 - N = 0$، حيث $N = 44\ 240\ 899\ 506\ 197$.

وإذا أردنا استخراج الجذر النوني غير المنطَق لعدد صحيح، فإننا نواجه وضعًا مشابهًا. في الواقع، أعطى السموأل في مؤلّفه الحسابي. قاعدة لتقريب الجزء غير الصحيح من الجذر غير المُنطَق بواسطة الكسور، وأعطى عبارات مكافئة لـ $x^n = N$

$$x' = s_0 + \frac{N - x_0^n}{\left[\sum_{k=1}^{n-1} C_n^k x_0^{n-k}\right] + 1}$$

أي:

$$x' = x_0 + \frac{N - x_0^n}{(x_0 + 1)^n - x_0^n}$$

المقصود إذاً تعميم ما أسماه علماء الرياضيات «التقريب الاصطلاحي»، وهو تقريب نجده لاحقًا عند الكثير من علماء الرياضيات، مثل نصير الدين الطوسي والكاشي. على كلّ حال، ولتحسين هذه التقاريب، تمّ تصوّر الكسور العشرية بطريقة صريحة، كما يدل على ذلك مثل السموأل.

فخلال البحث في استخراج الجذر النوني وفي مسائل التقريب، تمّ إعداد النظرية الأولى للكسور العشرية في القرن السادس عشر للميلاد. يدلل العرض الأول المعروف عن هذه الكسور، والذي أعطاه السموأل في العام ٥٦٧-٨ هـ/ ١١٧٢-٣م، على أن جبر كثيرات الحدود كان ضروريًا لاختراع هذه الكسور. واستمرّ استخدام هذه الكسور التي نراها في أعمال الكاشي (المتوفى عام ٨٣٩-٨٤٠هـ/ ١٤٣٦-١٤٣٧م)[28]، وفي أعمال علماء الرياضيات والفلك من القرن السادس عشر للميلاد مثل تقي الدين بن معروف[29] (من القرن السابع عشر للميلاد) واليزدي[30]. وتوجد إشارات كثيرة توحي بأن هذه الكسور نُقِلت إلى الغرب قبل منتصف القرن السابع عشر للميلاد؛ وقد سُمّيت في مخطوطة بيزنطية أحضِرت إلى فيينا في العام ١٥٦٢م، كسور «الأتراك»[31].

---

[28] الكاشي، *مفتاح الحساب*، حققه أ. س. الدمرداش وم. ح. الحفني، القاهرة ١٩٦٧، ص. ٧٩ و١٢١. وانظر:

Paul Luckey : *Die Rechenkunst bei Jamshīd B. Mas'ūd al-Kāshī*, Wiesbaden, 1951, p. 103.

انظر أيضاً ر. راشد، *تاريخ العلوم العربية بين الجبر والحساب*، ص. ١٣٢ و ما يليها.

[29] *بغية الطلاب*، المذكور أعلاه، الورقة ١٣١و، وما يليها.

[30] في مؤلّف اليزدي، *عيون الحساب*، المذكور أعلاه، نلاحظ بدون عناء معرفة الرياضي بالكسور العشرية وتمرسه باستخدامها، رغم تفضيله إجراء الحساب بالكسور الستينية والكسور العادية، انظر على سبيل المثال الورقة ٩ظ و ٤٩و-ظ.

[31] أدخل الكاشي خطًا عموديًا يفصل الجزء الكسري من العدد؛ ونجد هذا التمثيل عند الغربيين أمثال رودولف (Rudolff) وأبيان (Apian) وكاردان (Cardan). وكان عالم الرياضيات مزراحي (المولود في القسطنطينية عام ١٤٥٥ م) يستخدم الإشارة نفسها قبل رودولف. ونقرأ في المخطوطة البيزنطية ما يلي: «كان الأتراك يجرون عمليات الضرب والقسمة على الكسور تبعًا لأسلوب خاص في الحساب. ولقد أدخلوا كسورهم عندما حكموا هنا على أرضنا». والمثل الذي أعطاه هذا الرياضي لا يدع مجالاً للشك في أنه كان يقصد الكسور العشرية. انظر المسألة ٣٦ في:

Herbert Hunger - Kurt Vogel, *Ein byzantinisches Rechenbuch des 15. Jahrhunderts*, Vienne, 1963, p. 32.

نشير أخيراً إلى أن طرائق الاستكمال كانت قد طبّقت قبل ذلك العصر من قِبَل علماء الفلك. فلقد بحث هؤلاء، بدءاً من القرن التاسع، عن طرائق لتشكيل جداول فلكية ومثلثاتية واستخدامها، وبهذه المناسبة عادوا إلى طرائق الاستكمال لتحسينها.

طرح تعدّد طرائق الاستكمال في نهاية القرن العاشر للميلاد مسألة جديدة أمام البحث وهي مسألة المقارنة بين مختلف هذه الطرائق، لاختيار الطريقة الأكثر ملاءمة للدالة الجدولية الموضوعة قيد الدرس. بدأ البيروني نفسه بطرح هذا السؤال وبمواجهة مختلف هذه الطرائق في حال دالة ظل التمام مع صعوباتها العائدة إلى وجود أقطاب. وفي القرن اللاحق، تصدى السموأل لهذه المهمة بمزيد من الصراحة.

لم يتابع علماء الرياضيات أبحاثهم في هذه الطرائق فحسب، بل طبّقوها أيضًا على ميادين غير علم الفلك. فقد لجأ كمال الدين الفارسي إلى إحدى هذه الطرائق- المسماة طريقة «قوس الخلاف» - لإنشاء جدول لانكسارات الأشعة الضوئية.

هذه الطريقة التي طبقها الفارسي في بداية القرن الثامن هـ/ الرابع عشر للميلاد تعود إلى أبي جعفر الخازن وهو رياضي من القرن العاشر للميلاد، واستعادها فيما بعد في القرن التاسع هـ/ الخامس عشر للميلاد، الكاشي في مؤلفه «زيج الخاقاني». كل هذا يظهر لنا بوضوح، أن طرائق الاستكمال، وطرائق الحسابات التقريبية بشكل عام، كانت عناصر من تقليد واحد.

٤ – التحليل غير المحدد

يعود ظهور التحليل غير المحدد، أو كما نسميه اليوم التحليل الديوفنطسي، كفصل متميز من الجبر إلى خلفاء الخوارزمي، وخاصة إلى أبي كامل في الكتاب الذي وضعه في العام ٢٦٦ هـ/ ٨٨٠م.

أراد أبو كامل في مؤلّفه الجبري ألاّ يكتفي بتقديم عرض مبعثر، فأعطى

عرضاً أكثر منهجية، تظهر فيه الطرائق، علاوة على المسائل وخوارزميات الحل. فصحيح أن أبا كامل عالج في قسم أخير من مؤلفه الجبري ٣٨ مسألة ديوفنطسية من الدرجة الثانية، وأنظمة من هذه المعادلات وأربعة أنظمة من معادلات خطية غير محددة، وأنظمة أخرى من معادلات خطية غير محدّدة، ومجموعة من المسائل العائدة إلى متواليات حسابية، ودراسة عن هذه المتواليات[32]. ولكن هذه المجموعة تلبّي الهدف المزدوج الذي حدده أبو كامل، وهو من جهة أولى حل مسائل غير محددة، ومن جهة أخرى اعتماد الحل بواسطة الجبر لمسائل عالجها علماء الحساب. لنذكر أننا نجد في مؤلفه هذا، ولأول مرة في التاريخ - على حد علمنا - تمييزاً بين المسائل المحددة والمسائل غير المحددة. إلاّ أن تفحص هذه المسائل الديوفنطسية الثماني والثلاثين، لا يعكس فقط هذا التمييز، إنما يُظهر بالإضافة إلى ذلك أن هذه المسائل لا تتتابع عشوائيًا، بل وِفقَ ترتيب تعمده أبو كامل. تنتمي المسائل الخمس والعشرون الأولى جميعها إلى زمرة واحدة. ولهذه الزمرة أعطى أبو كامل شرطاً لازماً وكافياً لتحديد الحلول المُنطَقة الموجبة؛ وسنكتفي هنا بمثلين على ذلك.

المسألة الأولى من هذه الزمرة[33]، تُعاد كتابتها على الشكل التالي:

$$x^2 + 5 = y^2$$

وعزم أبو كامل إعطاء حلّين لها من ضمن عدد لامتناه من الحلول المنطَقة، بحسب تعبيره بالذات. مثل آخر من الزمرة عينها هو المسألة ١٩[34]، التي تُعاد كتابتها كما يلي:

$$8x - x^2 + 109 = y^2$$

وهنا يأخذ أبو كامل الشكل العام

$$. ax - x^2 + b = y^2 \qquad (١)$$

---

[32] يحتل هذا الجزء الورقات ٧٩و-١١٠ظ.

[33] المرجع نفسه، الورقتان ٧٩و-ظ.

[34] المرجع نفسه، الورقتان ٨٧و-٨٧ظ.

ويعطي إذ ذاك شرطًا كافيًا لتحديد الحلول المنطقة الموجبة لهذه المعادلة (١).

هذه المعادلة تُعاد كتابتها على الشكل التالي:

$$y^2+\left(\frac{a}{2}-x\right)^2=b+\left(\frac{a}{2}\right)^2$$

فإذا وضعنا $x=\frac{a-t}{2}$ ، نحصل على:

$$y^2+\left(\frac{t}{2}\right)^2=b+\left(\frac{a}{2}\right)^2. \quad (٢)$$

وبهذا تعود المسألة إلى تقسيم عدد هو مجموع مربّعين، إلى مجموع مربعين آخرين، وهو ما ورد في المسألة ١٢ من الزمرة عينها التي سبق وحلها أبو كامل. لنفترض هنا أن:

$$b+\left(\frac{a}{2}\right)^2=u^2+v^2$$

حيث u وv عددان منطقان. وضع أبو كامل:

$$y=u+\tau$$

$$t=2\,(k\tau-v).$$

وأجرى تعويضًا في (٢) ووجد قيمة y وقيمة t ومن بعدهما x. فهو يعلم أنه إذا أمكن التعبير عن أحد المتغيرات كدالة منطقة للمتغير الآخر (أو بتعبير آخر إذا أمكن الحصول على نظام من الوسائط المنطقة)، فسيتم الحصول على «جميع» الحلول. بالمقابل إذا قادنا المجموع إلى عبارة لا يُحاط جذرها. فلا يمكن الحصول على حل. بتعبير آخر لا يعرفه أبو كامل بالطبع، ليس لمنحنٍ من الدرجة الثانية والصنف صفر أية نقطة منطقة أو أن هذا المنحني مكافئ، بالنطق التربيعي، لخط لمستقيم.

تتألف الزمرة الثانية من ثلاث عشرة مسألة – من المسألة ٢٦ إلى المسألة ٣٨ – لا يمكن جعل وسائطها منطقة، أي (وهذه المرة أيضًا بتعبير يجهله أبو كامل) أنها جميعها تُحدّد منحنيات من الصنف ١.

مثال على ذلك المسألة ٣١[35] التي تُعاد كتابتها على النحو التالي:

$$x^2 + x = y^2$$
$$x^2 + 1 = z^2$$

والتي تحدد منحنياً من الدرجة الرابعة «أعسر»، وهو منحنٍ من الصنف ١ من (الفضاء المتآلف الأفيني) $\mathbf{A}^3$.

والزمرة الثالثة من المسائل غير المحددة، تتألف من أنظمة لمعادلات خطية، مثل المسألة ٣٩[36] التي تُعاد كتابتها على الشكل التالي:

$$x + ay + az + at = u$$
$$bx + y + bz + bt = u$$
$$cx + cy + z + ct = u$$
$$dx + dy + dz + t = u،$$

هذا الاهتمام بالتحليل غير المحدّد الذي أدّى إلى إسهام أبي كامل، قد تسبّب بحدث آخر وهو ترجمة المؤلف الحسابي لديوفنطس إلى العربية.

لم يعالج الكرجي، خلافًا لديوفنطس، لوائح مرتبة للمسائل والحلول لها، لكنه نظّم عرضه في كتابه *البديع* حول عدد الحدود التي تتألف منها العبارة الجبرية وحول الفوارق بين قواها؛ فيعالج مثلاً في مقاطع متتالية من الكتاب معادلات كالتالية:

$$ax^{2n} \pm bx^{2n-1} = y^2,\ ax^{2n} + bx^{2n-2} = y^2,\ ax^2 + bx + c = y^2.$$

---

[35] المرجع نفسه، الورقة ٩٢ظ.

[36] المرجع نفسه، الورقتان ٩٥و–ظ.

وقد اقتبس خلفاء الكرجي هذا المبدأ في التنظيم. يَظهر جليًا إذاً أن الكرجي كان يهدف إلى إعطاء عرض منهجي. ومن جهة أخرى ذهب الكرجي بعيداً بالمهمة التي بدأها أبو كامل، التي ترمي إلى استخلاص طرائق الحل - بقدر الإمكان - لكلّ صفّ من المسائل. وفي كتابه *الفخري*، يكتفي الكرجي بالتذكير بمبادئ هذا التحليل، مشيراً إلى أنه يتعلّق بشكل خاص بالمعادلة:

$$ax^2 + bx + c = y^2 \qquad \text{حيث} \quad a, b, c \in \mathbf{Z}$$

وحيث ثلاثية الحدود بـ x ليست مربعًا؛ وينتقل أخيراً إلى مختلف صفوف المسائل والتي بأغلبيتها غير محدّدة.

ويدرس الكرجي مسائل أخرى، لا سيما مسائل من نوع المساواة المزدوجة كالمسألة

$$(*) \qquad \begin{cases} x^2 + a = y^2 \\ x^2 - b = z^2 \end{cases}$$

التي تحدّد منحنياً من الصنف ١ من الفضاء الأفيني $\mathbf{A}^3$.

لم يكتفِ خلفاء الكرجي بشرح أعماله، إنما حاولوا التقدّم على الدرب الذي رسمه؛ فقد قام السموأل في مؤلفه *الباهر* بشرح *البديع* وبدراسة معادلات من الشكل:

$$y^3 = ax + b$$

وبعد ذلك عالج المعادلة

$$.y^3 = ax^2 + bx$$

ولسنا هنا في وارد متابعة أعمال خلفاء الكرجي في حقل التحليل الديوفنطسي المُنطَق، ولكن تجدر الإشارة إلى أن هذا التحليل أخذ منذ ذلك الحين يُشكّل جزءاً من كل عمل جبري على شيء من الأهمية. ففي النصف الأول من القرن الثاني عشر للميلاد اقتبس الزنجاني معظم مسائل الكرجي، ومعظم مسائل الكتب

الأربعة الأولى من الصيغة العربية لديوفنطس. وطرح ابن الخوّام بعض المعادلات الديوفنطية، ومنها معادلة فرما ($x^3 + y^3 = z^3$، حيث $n = 3$)، وكذلك فعل كمال الدين الفارسي، في شرحه المطوّل لعمل ابن الخوّام. وقد تواصل الاهتمام بالتحليل غير المحدّد بدون انقطاع، واستمرّ العمل فيه حتى القرن السابع عشر للميلاد، مع اليزدي، ولم ينتهي مع الكرجي خلافاً لما يؤكّده مؤرّخو هذا الفصل الرياضي.

لم تكن ترجمة *حساب* ديوفنطس أساسية في تطوّر التحليل الديوفنطسي المنطق كفصل من الجبر فحسب، إنما ساهمت أيضاً بتطوّر التحليل الديوفنطسي الصحيح كفصل لا من الجبر فقط، إنما أيضاً من نظرية الأعداد. هذا الفصل تشكّل للمرة الأولى، في القرن العاشر للميلاد، بفضل الجبر بدون شك، ولكن ضدّه أيضاً. فلقد بوشر بالفعل بدراسة المسائل الديوفنطسية مع متطلبات هي من جهة الحصول على حلول صحيحة (أي بالأعداد الصحيحة)، ومن جهة أخرى القيام ببراهين على غرار براهين أقليدس في الكتب الحسابية من *الأصول*. إن هذا الدمج الصريح الذي حصل للمرة الأولى في التاريخ – للميدان العددي المقتصر على الأعداد الصحيحة المعتبرة كقطعات من خطوط مستقيمة، وللتقنيات الجبرية، ولضرورة البرهان بالأسلوب الأقليدسي البحت – هو الذي أتاح البدء بهذا التحليل الديوفنطسي الجديد. ولم تُقدّم ترجمة *حساب* ديوفنطس لعلماء الرياضيات هؤلاء طرائق رياضية بقدر ما قدّمته من المسائل في نظرية الأعداد؛ وقد قاموا بمعالجة هذه المسائل لذاتها ، ولم يتردّدوا بتنظيمها بشكل منهجي، بعكس ما نجده عند ديوفنطس. من هذه المسائل مثلاً مسألة تمثيل عدد كمجموع لمربعين، ومسألة الأعداد المتطابقة وغيرها. بالمختصر، نجد هنا بداية التحليل الديوفنطسي الجديد بمعناه الذي سيقوم فيما بعد بتطويره باشيه دي ميزيريك (Bachet de Méziriac)* وفرما[37].

ففي نص مجهول المؤلف، من القرن العاشر للميلاد، يُدخِل المؤلّف المفاهيم الأساسية لدراسة المثلثات الفيثاغورية، ويتساءل عن الأعداد الصحيحة التي

---

* رياضي فرنسي من نهاية القرن السادس عشر والقرن السابع عشر (المترجم).

[37] انظر ر. راشد، *تاريخ العلوم العربية بين الجبر والحساب*، ص. ٢٣٥–٢٦٨.

باستطاعتها أن تكون أوتاراً لهذه المثلثات، أي عن الأعداد الصحيحة التي من الممكن أن تتمثل على شكل مجموع مربعين. ويعلن بشكل خاص أن كل عنصر من متتالية الثلاثيات الفيثاغورية الأولية يكون وتره على أحد هذين الشكلين: ٥ (بمقاس ١٢) أو ١ (بمقاس ١٢). غير أنه يذكر - كما فعل الخازن من بعده - أن بعض أعداد هذه المتتالية - كالعددين ٤٩ و٧٧ - ليست بأوتار لمثلثات كهذه. وكان هذا المؤلف نفسه يعلم أيضًا أنه لا يمكن لبعض الأعداد التي على الشكل ١ (بمقاس ٤) أن تكون أوتاراً لمثلثات قائمة الزاوية أولية.

وقد درس أبو جعفر الخازن عدة مسائل من المثلثات العددية قائمة الزاوية، ودرس أيضًا مسائل في الأعداد المتطابقة وأعطى المبرهنة التالية:

إذا كان a عدداً طبيعياً معطى، يكون الشرطان التاليان متكافئين:

(١) النظام المشار إليه أعلاه بـ (*) له حل؛

(٢) يوجد ثنائي من عددين صحيحين (m, n) بحيث يكون:

$$m^2 + n^2 = x^2$$

$$2\,mn = a\text{؛}$$

وفي ظل هذه الشروط، تكون a على الشكل: $4\,uv(u^2 - v^2)$.

من ضمن هذا التقليد، بدأت كذلك دراسة تمثيل كتابة عدد صحيح على شكل مجموع مربعات؛ وقد خصص الخازن عدة قضايا من بحثه لهذه الدراسة.

علماء الرياضيات هؤلاء كانوا أول من تطرقوا إلى المسائل المستحيلة مثل الحالة الأولى من «مبرهنة فرما». فمن المعروف منذ زمن طويل أن الخُجندي حاول أن يبرهن ما يلي: «لا يجتمع من عددين مكعبين عدد مكعب». وبرهان الخجندي مغلوط حسب الخازن[38]. كذلك حاول رياضي يُسمى أبو جعفر برهان القضية نفسها، وكان برهانه مغلوطًا أيضًا. وعلى الرغم أن هذه المسألة لم تُحل إلا مع أولر

[38] المرجع نفسه، ص. ٢٦٥.

(Euler)* إلا أنها استمرت في إشغال علماء الرياضيات العرب، الذين أعلنوا لاحقًا، استحالة المسألة

$$x^4 + y^4 = z^4.$$

لم يتوقف البحث في التحليل الديوفنطسي الصحيح، وخاصة في المثلثات العددية قائمة الزاوية مع هؤلاء الروّاد من منتصف القرن العاشر للميلاد، بل على العكس استأنف خلفاؤهم هذا البحث، وبالروح ذاته، خلال النصف الثاني من القرن نفسه، وبداية القرن اللاحق؛ تشهد على ذلك أمثلة أبي الجود ابن الليث والسجزي وابن الهيثم. وتابع آخرون فيما بعد بطريقة أو بأخرى هذا البحث مثل كمال الدين بن يونس.

٥ - النظرية التقليدية للأعداد

لم يقتصر إسهام علماء رياضيات ذلك العصر، على نظرية الأعداد على التحليل الديوفنطسي الصحيح. فلقد أدى تياران آخران في البحث انطلاقًا من نقطتين مختلفتين، إلى توسع النظرية الهيلينستية في الأعداد وتجديدها. استقى التيار الأول من الكتب الحسابية الثلاثة من *أصول* أقليدس (السابع والثامن والتاسع)، واتخذها كنموذج له؛ وأخذ التيار الثاني اتجاهه في مجرى علم الحساب الفيثاغوري الجديد، الذي مثلته المقدمة الحسابية* لنيقوماخوس الجرشي (Nicomaque de Gérase). فنجد في كتب أقليدس نظرية حول الأعداد الصحيحة الزوجية، ونظرية الخصائص الضربية للأعداد الصحيحة: قابلية القسمة، الأعداد الأولية...؛ غير أن العدد الصحيح يتمثل عند أقليدس، بقطعة من خط مستقيم، وهو تمثيل ضروري لبرهان القضايا. وعلى الرغم من مشاطرة الفيثاغوريين الجدد لمفهوم الأعداد الصحيحة هذا، ومن تمسكهم بنوع خاص بدراسة الخصائص ذاتها، أو المشتقة منها، إلا أنهم بطرائقهم وبأهدافهم، قد تميزوا من أقليدس. فبينما أقام أقليدس البراهين، استخدم هؤلاء

---

* رياضي سويسري (١٧٠٧-١٧٨٣ م) (المترجم).

* نُقِل هذا الكتاب إلى العربية تحت عنوان «المدخل إلى علم العدد» (المترجم).

وسيلة واحدة هي الاستقراء، من جهة أخرى لم يكن لعلم الحساب بنظر أقليدس، هدف خارج هذا العلم، بينما كان له، بنظر نيقوماخس، غايات فلسفية وحتى نفسية. وهذا الفرق في الطريقة أدركه بوضوح رياضيون عرب مثل ابن الهيثم. كان الموضوع إذاً بالنسبة إلى علماء الرياضيات في ذلك العصر، فرقًا بين طرائق البرهان، وليس فرقًا بين كائنات علم الحساب. وبالرغم من تفضيل واضح للطريقة الأقليدسية إلا أن بعض علماء الرياضيات، وحتى الذين كانوا من الأهمية بمنزلة ابن الهيثم، لجأوا في بعض الحالات إلى الاستقراء تبعًا للمسألة المطروحة. فبهذه الطريقة ناقش ابن الهيثم «المبرهنة الصينية لباقي القسمة» ومبرهنة ويلسن (Wilson). ومن جهة أخرى، إذا كان علماء الرياضيات من الصف الأول وبعض الفلاسفة مثل ابن سينا، أهملوا الأهداف الفلسفية والنفسية التي رسمها نيقوماخوس لعلم الحساب، فإن علماء رياضيات آخرين من صفّ أدنى، وفلاسفة وأطباء وموسوعيين ....، اهتموا بعلم الحساب هذا. يرتكز تاريخ هذا العلم إذاً على تاريخ الثقافة العامة للإنسان المتعلم في المجتمع الإسلامي على امتداد عصور، ويتجاوز بالتالي، بصورة واسعة، إطار مقالنا هذا.

إلا أن البحث في نظرية الأعداد بالمعنى الأقليدسي والفيثاغوري قد بدأ باكراً، قبل نهاية القرن التاسع للميلاد. وهذا البحث عاصر ترجمة ثابت بن قرة لكتاب نيقوماخوس ولمراجعة الأول لترجمة *أصول* أقليدس. فثابت بن قرة (المتوفى عام ٢٨٨هـ / ٩٠١ م) هو الذي باشر هذا البحث، وذلك عبر إعداده أول نظرية في الأعداد المتحابة. وهذا الأمر، الذي عرفه المؤرخون منذ القرن التاسع عشر بفضل أعمال F. Woepcke[39]. لم يأخذ معناه الحقيقي إلا منذ فترة وجيزة، عندما أثبتنا وجود تقليد كامل، بدأ مع ثابت بن قرة بأسلوب أقليدسي خالص، ليَصِل بعد عدة قرون إلى الفارسي (المتوفى عام ٧١٩ هـ/١٣١٩ م) بفضل تطبيق الجبر على دراسة أولى الدالات الحسابية الابتدائية. ونذكر من بين أعلام هذا التقليد أسماء

[39] يوجز وبكيه رسالة ابن قرة في هذا المقال التالي:
F. Woepcke, "Notice sur une théorie ajoutée par Thâbit Ben Qorrah à l'arithmétique spéculative des Grecs", *Journal asiatique*, IV.2, 1852, pp. 420-429.

الكرابيسي والأنطاكي والقبيصي وأبو الوفاء البوزجاني والبغدادي وابن الهيثم وابن هود والكرجي... ولا يمكننا أن ندعي في الصفحات المخصصة لهذه النظرية، تفصيل هذا العرض. لذا سنحاول بما أمكن من البساطة، رسم معالم هذه الحركة التي ذكرنا.

في نهاية الكتاب التاسع من *الأصول*، أعطى أقليدس نظرية في الأعداد التامة، وبرهن أن العدد n ذا الشكل $n = 2^p (2^{p+1} - 1)$ هو عدد تام – أي أنه يساوي حاصل جمع قواسمه الفعلية* في حال كان $(2^{p+1} - 1)$ عدداً أولياً؛ غير أنه لم يأت على ذكر نظرية الأعداد المتحابة. قرّر ثابت بن قرة، إذاً بناء هذه النظرية؛ فنص وبرهن بأسلوب أقليدسي خالص، المبرهنة الأهم، إلى الآن، في الأعداد المتحابة، التي تحمل اليوم اسمه.

ليكن $\sigma_0(n)$ حاصل جمع القواسم الخاصية لعدد صحيح n (أو «الأجزاء القاسمة» لـ n) و $\sigma(n) = \sigma_0(n) + n$ حاصل جمع قواسم n؛ ولنذكّر أن عددين صحيحين a و b، يُقال لهما متحابّان في حال كون $\sigma_0(a) = b$ و $\sigma_0(b) = a$.

مبرهنة *ابن قرة*:

«نأخذ عدداً طبيعياً n، $n > 1$، ونضع $p_n = 3 \cdot 2^n - 1$ و $q_n = 9 \cdot 2^{2n-1} - 1$؛ إذا كانت p_{n-1} و p_n و q_n أعداداً أولية، عندها يكون العددان $a = 2^n p_{n-1} p_n$ و $b = 2^n q_n$ متحابين»[40].

وقد أعطى ثابت أحد الأمثلة عن ثنائيات الأعداد المتحابة، وهو الثنائي (220 و284). ومع علماء الجبر بشكل خاص، بدأ البحث عن ثنائيات أخرى من الأعداد المتحابة غير تلك التي أعطاها ابن قرة، أي (٢٢٠ , ٢٨٤). هكذا، نجد عند الفارسي في الشرق، وفي وسط ابن البناء في الغرب، وعند التنوخي، وكذلك عند علماء

---

* أي كل القواسم ما عدا العدد نفسه.

[40] انظر:

R. Rashed et C. Houzel, “Théorie des nombres amiables”, dans R. Rashed (éd.), *Thābit ibn Qurra. Science and Philosophy in Ninth-Century Baghdad*, Scientia Graeco-Arabica, vol. 4, Berlin / New York, Walter de Gruyter, 2009, p. 77-151.

آخرين في القرن الثالث عشر للميلاد، الثنائي (١٧٢٩٦، ١٨٤١٦) المنسوب إلى فرما، الذي نجده في صورة ضمنية عند ثابت بن قرة[41]. وفيما بعد قام اليزدي بحساب الثنائي المسمى ثنائي ديكارت (٩٣٦٣٥٨٤، ٩٤٣٧٠٥٦).

وألّف الفيزيائي والرياضي الشهير كمال الدين الفارسي (المتوفى عام ٧١٩ هـ/١٣١٩ م) بحثًا قصد فيه أن يبرهن مبرهنة ابن قرة بطريقة جبرية. وقد قاده هذا المشروع إلى تصوّر الدالات الحسابية الأولى وإلى تحضير كل مستلزمات «المبرهنة الأساسية لعم الحساب» التي أعلنها للمرة الأولى في التاريخ. وطوّر الفارسي الوسائل التوافيقية الضرورية لهذه الدراسة، وقام ببحث في الأعداد الشكلية. هذا يعني باختصار أنه خاض في صُلب النظرية الأساسية للأعداد على الشكل الذي نجدها عليه فيما بعد في القرن السابع عشر للميلاد.

وقد تطرّق الفارسي إلى تحليل العدد الصحيح إلى عوامل وإلى حساب قواسمه الخاصة تبعًا لعدد عوامله الأولية. والنتيجة الأهم على هذا الصعيد هي بدون أدنى شك التطابق بين التوافيق والأعداد الشكلية. هكذا أصبح كل شيء جاهزاً لدراسة الدالات الحسابية. فتناولت زمرة أولى من قضاياه، الدالة $\sigma(n)$. ورغم أن الفارسي لم يعالج في الواقع سوى $\sigma_0(n)$، فإننا نستنتج معرفته لـ σ على أنها دالة ضريبية. من بين قضايا هذه الزمرة، نجد خاصة التالية:

(١) إذا كان $n = p_1p_2$ و $(p_1, p_2) = 1$، يكون:

$$\sigma_0(n) = p_1\sigma_0(p_2) + p_2\sigma_0(p_1) + \sigma_0(p_1)\sigma_0(p_2)$$

وهذا يدل على أنه كان على علم بالعبارة:

$$\sigma(p_1 \cdot p_2) = \sigma(p_1) \cdot \sigma(p_2)$$

---

[41] انظر:

R. Rashed et C. Houzel, “Théorie des nombres amiables”, p. 84.

(٢) إذا كان $n = p_1 p_2$، وكان p_2 عدداً أوليًا و $(p_1, p_2) = 1$ *، يكون:

$$\sigma_0 (n) = p_2 \sigma_0 (p_1) + \sigma_0 (p_1) + p_1$$

(٣) إذا كان $n = p^r$، حيث p عدد أولي، يكون $\sigma_0(n) = \sum_{k=0}^{r-1} p^k$.

وهذه القضايا الثلاث بقيت حتى الآن تُنسَب إلى ديكارت.

(٤) أخيراً حاول بدون أن ينجح (ونستطيع أن نفهم سبب ذلك بسهولة) إقامة صيغة فعلية في الحالة $n = p_1 p_2$ حيث $(p_1, p_2) \neq 1$.

وتضم الزمرة الثانية عدة قضايا تدور حول $\tau(n)$، الذي نرمز به إلى عدد قواسم n.

(٥) إذا كان $n = p_1 p_2 \dots p_r$، حيث $p_1, \dots, p_r$ عوامل أولية متمايزة، يكون عدد أجزاء n أي $\tau_0(n)$ $\left(\tau_0(n) = \tau(n) - 1 \right)$ مساويًا لـ $1 + C_r^1 + \dots + C_r^{r-1}$، وهي قضية منسوبة إلى الأب ديدييه (Deidier).

(٦) إذا كان $n = p_1^{e_1} p_2^{e_2} \dots p_r^{e_r}$، حيث $n = p_1 p_2 \dots p_r$ عوامل أولية متمايزة، يكون $\tau(n) = \prod_{i=1}^{r} \left(e_i + 1 \right)$ و $\tau_0(n) = \tau(n) - 1$ ؛ وهي قضية منسوبة إلى جون كيرسي (John Kersy) ولمونمور (Montmort).

يبرهن الفارسي أخيراً مبرهنة ثابت بن قرة. فقد كان يلزمه أن يبرهن ببساطة أن:

$$\sigma(2^n p_{n-1} p_n) = \sigma(2^n q_n) = 2^n [p_{n-1} p_n + q_n] = 9 \cdot 2^{2n-1} (2^{n+1} - 1)$$

(حيث $p_n = 3 \cdot 2^n - 1$ و $q_n = 9 \cdot 2^{n-1} - 1$).

---

* أي أن العددين p_1 و p_2 غير متشاركين (ليس لديهما قاسم مشترك غير الواحد) (المترجم).

وإذا كان علماء الرياضيات بأبحاثهم عن الأعداد المتحابة قد سعوا إلى تمييز هذا الصنف من الأعداد الصحيحة، فإنهم بدراستهم للأعداد التامة، كانوا يلاحقون الهدف نفسه. ونحن نعلم عن طريق عالم الرياضيات الخازن أنه في القرن الرابع هـ/ العاشر للميلاد، كان هناك ثمة تساؤل عن وجود أعداد تامة فردية وهي مسألة لم تزل بدون حل[42] إلى يومنا. وفي نهاية القرن نفسه وبداية القرن التالي، حصل البغدادي[43] على بعض النتائج المتعلّقة بهذه الأعداد نفسها، فأعطى القضية القائلة بأنه إذا كان العدد $1 - 2^n = \sigma_0(2^n)$ أوليًا يكون $(1 - 2^n) + ... + 2 + 1$ عددًا تامًا، وهذه قضية منسوبة إلى عالم رياضيات من القرن السابع عشر هو ج. بروسيوس (J. Broscius). وكان ابن الهيثم[44]، معاصر البغدادي، أول من حاول تمييز هذا الصنف من الأعداد التامة الزوجية، محاولاً برهان المبرهنة التالية: إذا كان عدداً زوجيًا، فإن الشرطين التاليين متكافئان:

(١) إذا كان $n = 2^p(2^{p+1} - 1)$، وكان $(2^{p+1} - 1)$ أوليًا، يكون $\sigma_0(n) = n$؛

(٢) إذا كان $\sigma_0(n) = n$، يكون $n = 2^p(2^{p+1} - 1)$، ويكون $(2^{p+1} - 1)$ أوليًا.

نعرف أن الشرط (١) ليس سوى القضية ٣٦ من الكتاب التاسع من *أصول* أقليدس. يحاول ابن الهيثم إذاً أن يبرهن أيضًا أن كل عدد تام زوجي يكون على الشكل الأقليدسي. وهذا يشكل مبرهنة يثبتها أولر (Euler) بشكل نهائي.

[42] كتب الخازن: «ولذلك وقع للسائلين عن الأعداد الزائدة والناقصة والتامة سؤال هل يوجد عدد تام من الأعداد الأفراد أم لا». انظر النص العربي الذي حققه ع. أنبوبا، *رسالة أبي جعفر الخازن في المثلثات العددية قائمة الزاوية*، في «مجلة تاريخ العلوم العربية»، ٣, ١، حلب، ١٩٧٩، ص. ١٣٤-١٧٨؛ انظر ص. ١٥٧.

[43] انظر ر. راشد، *تاريخ العلوم العربية بين الجبر والحساب*، ص. ٢٩٩.

[44] انظر:

R. Rashed, “Ibn al-Haytham et les nombres parfaits”, *Historia Mathematica* 16, 1989, p. 343-352.

ولنذكر هنا أن ابن الهيثم لم يحاول فيما يتعلق بالأعداد التامة أن يحسب أعداداً أخرى غير تلك المعروفة والمنقولة عبر التقليد؛ وذلك على غرار ما قام به ثابت بن قرة فيما يخص الأعداد المتحابة. هذه المهمة الحسابية المتمثلة بالبحث عن الأعداد التامة أصبحت فيما بعد مهمة رياضيين من صف أدنى أقرب إلى تقليد نيقوماخوس الجرشي، مثل ابن فلّوس (المتوفى عام ٦٣٧-٨ هـ/ ١٢٤٠ م) وابن الملك الدمشقي[45] وغيرهم. واستناداً إلى كتابات هؤلاء، نعلم أن رياضيي ذلك العصر كانوا يعرفون الأعداد السبعة الأولى التامة.

أحد محاور البحث في نظرية الأعداد كان إذاً تمييز الأعداد المتحابة والمكافئة* والتامة. وكان من الطبيعي إذن أن نرى علماء الرياضيات يلجأون إلى الأعداد الأولية للقيام بمهمة كهذه. وهذا بالتحديد ما قام به ابن الهيثم خلال حله للمسألة المسماة «المبرهنة الصينية للباقي»[46]. فلقد أراد حل نظام التطابقات الخطية

$$x \equiv 1 \ (\text{بمقاس}\ i)$$
$$x \equiv 0 \ (\text{بمقاس}\ p)$$

حيث p عدد أولي و $1 < i \leq p - 1$. وأعطى خلال هذه الدراسة معياراً لتحديد الأعداد الأولية، وهو المعروف اليوم تحت اسم مبرهنة ويلسُن (Wilson):

إذا كان $n > 1$، يكون الشرطان التاليان متكافئين:

(١) n عدد أولي؛

(٢) $(n-1)! \equiv -1$ (بمقاس n).

---

[45] المرجع نفسه.

* الأعداد المكافئة لـ a هي الأعداد المحدّدة بـ $\sigma_0^{-1}(a)$، أي الأعداد التي يكون حاصل جمع القواسم الفعلية لكل منها معادلاً لـ a (المترجم).

[46] انظر ر. راشد، *تاريخ العلوم العربية بين الجبر والحساب*، ص. ٢٨١.

ونجد دراسة هذا النظام من التطابقات جزئيًا، عند خلفاء ابن الهيثم في القرن الثاني عشر للميلاد، كالخِلاطي بالعربية وفيبوناتشي (Fibonacci) باللاتينية[47] على سبيل المثال.

نستطيع إضافة إلى هذه الميادين من نظرية الأعداد في الرياضيات العربية عدداً هائلاً من النتائج التي تنتمي إلى نهج علم حساب نيقوماخوس، وهي نتائج طوّرها الرياضيون الحسابيون أو الجبريون، أو طوّرت بكل بساطة لمستلزمات ممارسات أخرى مثل المربعات السحرية أو الألعاب الحسابية. ونذكر في هذا المجال بمجاميع (أي حواصل جمع) قوى الأعداد الطبيعية وبالأعداد المضلّعية*، وبمسائل في التطابقات الخطية، إلخ؛ ففي هذه المجالات يوجد كم هائل من النتائج، التي توسع ما كان معروفًا في السابق أو تبرهنه والتي لن نتمكّن من التعرّض لها في مقالنا هذا[48].

٦ – التحديدات اللامتناهية في الصِغَر

تحتل دراسة السلوك المقاربي والكائنات اللامتناهية في الصغر جزءاً جوهرياً من البحث الرياضي بالعربية. وقد باشر علماء الرياضيات انطلاقًا من القرن التاسع للميلاد، هذا البحث في ثلاثة ميادين رئيسية، وهي: حساب المساحات والحجوم اللامتناهية في الصغر، وتربيع الأشكال الهلالية، والمساحات والحجوم القصوى التي جرت في سياق معالجة مسألة تساوي المحيطات.

في بداية القرن التاسع م، قام الحجاج بن مطر بترجمة *أصول* أقليدس. واطّلع علماء الرياضيات على القضية الشهيرة الأساسية لهذا النوع من الحسابات

---

[47] المرجع نفسه.

* أو الشكلية (نسبة إلى الأشكال الهندسية التي تمثلها) (المترجم).

[48] نجد هذه النتائج في الأعمال الحسابية لعلماء الحساب مثل الأقليدسي والبغدادي والأموي ....، ولعلماء الجبر مثل أبي كامل والبوزجاني والكرجي والسموأل ولفلاسفة مثل الكندي وابن سينا والجوزجاني وغيرهم.

التي تتصدر الكتاب العاشر من هذا المؤلف، وهي القضية التي تُكتب (بلغة عصرنا) على النحو التالي:

«ليكن a و b مقدارين معطيين، مع $a > 0$ و $b > 0$ و $a < b$؛ ولتكن $(b_n)_{n\geq 1}$ متتالية بحيث يكون، لكل n، $b_n > \frac{1}{2}\left(b - \sum_{k=1}^{n-1} b_k\right)$؛ عند ذلك يوجد n_0 بحيث يكون لكل $n > n_0$: $\left(b - \sum_{k=1}^{n} b_k\right) < a$.

ونُقِل أيضًا إلى العربية مؤلفا أرشميدس: «في قياس الدائرة» (Κύχλου μέτρησις)، و«في الكرة والأسطوانة» (Περί σφαίρας χαί χυλίνδρου). وقد عرف الكندي وبنو موسي ترجمة الكتاب الأول[49]؛ بينما قام ثابت بن قرة معاون بني موسى بمراجعة ترجمة الكتاب الثاني. وفيما يخص كتب أرشميدس الأخرى، أي مؤلفاته حول الحلزونية والمجسمات المخروطية والكروية، وتربيع القطع المكافئ، وكتاب المنهج، فلا شيء يدل على أن الرياضيين العرب كانوا على علم بها. تزداد أهمية هذه الملاحظة لأن أرشميدس أدخل في كتابه حول المجسمات المخروطيات والكروية مفهوم المجاميع التكاملية الدنيا والعليا التي شكّلت آنذاك إكمالاً لطريقة الاستنفاد (exhaustion).

استجابت ترجمة مؤلفي أرشميدس وشرح أطوقيوس بوضوح لمتطلبات الكندي وبني موسى ومدرستهم (وهذه النصوص تُرجمت إلى العربية مرتَين خلال القرن التاسع للميلاد)[50]. بنو موسى هم الإخوة الثلاثة: محمد وأحمد والحسن؛ وقد

---

[49] انظر مؤلف بني موسى المذكور لاحقًا، والمقال حول «بني موسى» في:
Dictionary of Scientific Biography, 1970, I, pp. 443-446.

[50] انظر المقالين:
R. Rashed, "Al-Kindī's commentary on Archimedes' *The Measurement of the Circle*", *Arabic Sciences and Philosophy*, vol. 3, 1993, p. 7-53; "Archimède dans les mathématiqus arabes", dans I. Mueller (éd.), *Essays around the mathematical sciences of the Greeks*, Apeiron, 1991.

اهتموا بالهندسة - وبشكل خاص بالقطوع المخروطية - كما اهتموا بالميكانيك والموسيقى وعلم الفلك. وقد وضعوا، وفي بغداد تحديداً، خلال النصف الأول من القرن التاسع، الرسالة الأولى بالعربية، في ميدان الحسابات اللامتناهية في الصِغَر، وهي تحمل عنوان «في معرفة قياس الأشكال المسطحة والكرية». لم تُطلِق رسالتهم هذه البحث بالعربية في تحديد المساحات والحجوم فحسب، بل استمرّت أيضاً تُشكّل أحد النصوص الأساسية للعلم اللاتيني، بعد أن قام جيرار الكرموني (Gérard de Crémone) بترجمتها في القرن السادس هـ/الثاني عشر. تُقسَم هذه الرسالة في الواقع إلى ثلاثة أجزاء. يتعلق الجزء الأول منها بقياس الدائرة، والجزء الثاني بحجم الكرة، بينما يعالج الجزء الثالث مسائل تقليدية في المتوسطين، وفي تثليث الزاوية.

يبرهن بنو موسى أن مساحة الدائرة هي $S = r \times \frac{c}{2}$ (حيث r هو شعاع الدائرة وc محيطها). غير أنهم في هذا البرهان لم يقارنوا S لا بـS' حيث $S' > S$، ولا بـ S'' حيث $S'' < S$، إنما افترضوا أن $S = r \times \frac{c}{2}$ وقارنوا c بـ c' حيث $c' > c$، وبـ c'' حيث $c'' > c$. وهكذا اكتفوا بالمقارنة بين الأطوال.

في هذا السياق، قدّم بنو موسى شرحاً لطريقة أرشميدس في الحساب التقريبي لـ π، واستخلصوا الخاصة العامة لطريقة هذا الحساب. فقد برهنوا أن هذه الطريقة تقضي بناء متتاليتين $(a_n)_{n\geq 1}$ و $(b_n)_{n\geq 1}$ متجاورتين - حيث $a_n < b_n$ لكل n وتتقاربان نحو النهاية نفسها وهي $2r\pi$؛ وهما متتاليتان يمكن أن تُعاد كتابتهم على الشكل التالي:

$$a_n = 2nr \sin \frac{\pi}{n} \text{ و } b_n = 2nr \operatorname{tg} \frac{\pi}{n}.$$

ولاحظوا أنهم يستطيعون بواسطة هذه الطريقة بلوغ أية درجة من الدقة: «من

الممكن أن يوصل بهذا الوجه بعينه إلى أية غاية يُراد بها من التدقيق في هذا العمل »[51]. وحددوا المساحة الخارجية للكرة، بطريقة مماثلة لتلك التي طُبِّقت في حالة مساحة الدائرة.

تابع معاصرو بني موسى وخلفاؤهم بنشاط البحث في هذا المجال. فلم يكتف الماهاني بشرح كتاب أرشميدس *في الكرة والأسطوانة*، بل تطرّق إلى تحديد مساحة قطعة القطع المكافئ. ولكن هذا النص للماهاني لم يصل إلى عصرنا.

وأسهم ثابت بن قرة الذي كان يتعاون مع بني موسى بكثافة في هذا الفصل. فقد وضع على التوالي ثلاث رسائل، خُصّصت الأولى منها لمساحة قطعة من القطع المكافئ، والثانية لحجم المجسم المكافئ الدوراني، والثالثة لقطوع الأسطوانة ومساحتها الجانبية.

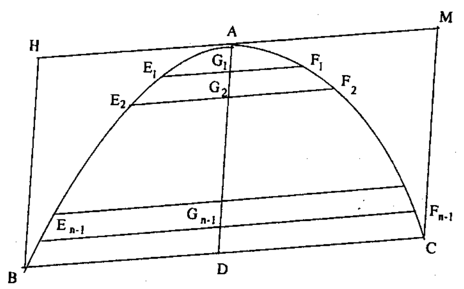
في المقالة الأولى ولتحديد مساحة قطعة من القطع المكافئ، يبدأ ثابت بن قرة الذي كان يجهل بحث أرشميدس في هذا الموضوع، ببرهان إحدى وعشرين قضية، إحدى عشرة منها حسابية. يدل فحص هذه المقدّمات على أن ثابت بن قرة كان على علم أكيد ودقيق بمفهوم الحد الأعلى لمجموعة من الأعداد الحقيقية المربعة. وبوحدانية هذا الحد الأعلى؛ فقد استخدم لتمييز الحد الأعلى، الخاصية التالية:

«لتكن ABC قطعة من قطع مكافئ وAD قطرها المقابل لـ BC [الشكل التالي]. يمكننا لكل عدد معطى ε، $\varepsilon > 0$، أن نقوم بالتجزئة $A, G_1, G_2, \ldots, G_{n-1}, D$، للقطر AD، بحيث نحصل على:

مساحة BAC − مساحة المضلع $BE_{n-1}E_2E_1AF_1F_2 \ldots F_{n-1}C < \varepsilon$، أي وبلغة أخرى، أن مساحة BAC هي الحد الأعلى لمساحات هذه المضلّعات.

[51] انظر المصدر المذكور أعلاه:

"Archimède dans les mathématiqus arabes", dans I. Mueller (éd.), *Essays around the mathematical sciences of the Greeks*, Apeiron, 1991.



يبرهن ثابت بن قرة بطريقة شديدة الدقة أن $\frac{2}{3}$ (مساحة هي $BHMC$) هي الحد الأعلى لمساحات المضلّعات المذكورة سابقًا. ويتوصّل أخيراً إلى مبرهنته التي تنصّ على أن القطع المكافئ لامتناه، ولكن مساحة أية قطعة منه تساوي ثلثي متوازي الأضلاع الذي له قاعدة القطعة وارتفاعها عينهما[52].

لنذكر أخيراً أن تربيع ابن قرة، وبناء على تحديد القطع المكافئ، مكافئ لحساب التكامل $\int_0^a \sqrt{px}\,dx$.

لم يتوقّف إسهام ابن قرة في هذا الفصل عند هذا الحد. فقد عمد إلى تحديد حجم المجسم المكافئ الدوراني.

وقام ثابت بن قرة في رسالته *في قطوع الأسطوانة وبسيطها*[*]، بدراسة أصناف مختلفة من القطوع المستوية للأسطوانة القائمة وللأسطوانة المائلة، ثم حدّد مساحة القطع الناقص ومساحة قِطَع من القَطع الناقص، وناقش في موضوع القطوع الأقصى (maximal) والأدنى (minimal) للأسطوانة وفي محاور هذه القطوع، وحدّد أخيراً مساحة جزء من مساحة الأسطوانة، محصور بين قطعين مستويين.

ولا يمكننا أن نسترجع هنا نتائج هذه الرسالة الغنية والعميقة، وبراهينها، كبرهانه على أن «مساحة الإهليلج [القطع الناقص] تعادل مساحة الدائرة التي يعادل مربع نصف قطرها حاصل ضرب أحد محاور هذا الإهليلج الآخر»، أي أنها تعادل πab، حيث a وb هما محورا القطع الناقص.

[52] مخطوطة القاهرة، الرقم ٤٠ رياضة، الورقة ١٨٠ظ.

[*] بسيطها = مساحتها الجانبية (المترجم).

وقد تابع خلفاء ابن قرة إسهامه بنشاط، ومنهم حفيده إبراهيم بن سنان. لم يعش عالم الرياضيات النابغة هذا سوى ثمانية وثلاثين عامًا؛ ولم يرغب كما عبّر بصراحة أن يكون للماهاني دراسة أكثر تطوراً من دراسة جدّه، بدون أن يذهب أحد أفراد عائلته إلى أبعد مما ذهب الماهاني إليه. يريد ابن سنان إذاً أن يعطي برهانًا، لا يكون فقط أقصر من برهان جدّه الذي احتاج إلى عشرين مقدّمة، كما رأينا إنما أيضًا أقصر من برهان الماهاني. والقضية التي ارتكز عليها برهان إبراهيم بن سنان، التي اهتمّ بإيجاد برهانها أولاً هي بتعبير عصري أن التحويل الأفيني لا يؤثر في تناسب المساحات.

في القرن العاشر للميلاد، استعاد عام الرياضيات العلاء بن سهل [53] تربيع القطع المكافئ، إلا أن مؤلّفه، مع الأسف، لم يزل مفقوداً. أما معاصره القوهي فاكتشف مجدّداً طريقة أرشميدس، عندما تطرّق إلى تحديد حجم المجسم المكافئ الدوراني.

واستعاد ابن الهيثم، الرياضي والفيزيائي الشهير، وهو خليفة ابن سهل والقوهي [54]، برهان حجم المجسم المكافى الدوراني، وكذلك البرهان المتعلّق بالحجم المولّد من دوران قطع مكافئ حول خط الترتيب. ولنلق نظرة سريعة إلى هذا الصنف الثاني من القياس، الأصعب من الأول. يبدأ ابن الهيثم للتوصّل إلى تحديد هذا الحجم، ببرهان بعض المقدّمات الحسابية : مجاميع القوى لـ n من الأعداد الطبيعية المتتالية، وذلك من أجل إقامة متباينة مزدوجة، أساسية لدراسته. وخلال عمله هذا، يحصل على نتائج شكّلت حدثًا تاريخيًا في علم الحساب، نذكر منها بشكل خاص تلك التي تحسب مجموع أية قوّة طبيعية لأول n أعداد طبيعية متتالية:

---

[53] ر. راشد، *الهندسة وعلم المناظر في القرن العاشر، ابن سهل، القوهي وابن الهيثم*، ترجمة د. شكرالله الشالوحي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ١٩٩٦.

[54] ر. راشد، المرجع نفسه وكذلك:

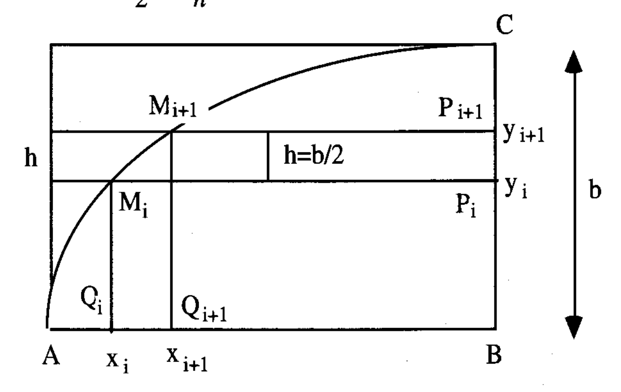
R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IX^e au XI^e siècle*. Vol. II : *Ibn al-Haytham*, London, al-Furqān Islamic Heritage Foundation, 1993.

$\sum_{k=1}^{n} k^i$ ، حيث ... $i = 1, 2,$

ويثبت بعد ذلك، المتباينة التالية:

$$(*) \quad \sum_{k=0}^{n}\left[(n+1)^2 - k^2\right]^2 \leq \frac{8}{15}(n+1)(n+1)^4 \leq \sum_{k=1}^{n}\left[(n+1)^2 - k^2\right]^2 .$$

ليكن الآن المجسم المكافئ المولّد من دوران القطعة ABC من القطع المكافئ ذي المعادلة $x = ky^2$، حول خط الترتيب BC. ولنأخذ التقسيم $s_n = (y_i)_{0 \leq i \leq 2^m}$، حيث $n = 2^m$ للفسحة $[0, b]$ حيث الخطوة h تساوي $h = \frac{b}{2^m} = \frac{b}{n}$.



لتكن M_i النقاط من القطع المكافئ، ذات الإحداثيات الصادية y_i والسينية x_i على التوالي. ولنفرض:

$$AB = c; BC = b ; y_{i+1} - y_i = h = BP_{i+1} - BP_i ; BQ_i = r_i = c - x_i ;$$

$$y_i = h \cdot i$$

مع $r_i = c - x_i$ مع $0 \leq i \leq 2^m = n$ و $c = kb^2$.

فيكون:

$$r_i = k\left(b^2 - y_i^2\right) = kh^2\left(n^2 - i^2\right)$$

ويكون:

$$I_n = \sum_{i=1}^{n-1} \pi k^2 h^5 \left(n^2 - i^2\right)^2$$

و

$$C_n = \sum_{i=0}^{n-1} \pi k^2 h^5 \left(n^2 - i^2\right)^2$$

لكن بحسب المتباينة (*)، نحصل على $I_n \leq \frac{8}{15} V \leq C_n$ ، حيث $V = \pi k^2 b^4 \cdot b$ هو حجم الأسطوانة المحيطة. ونعبّر عن ذلك، باستخدام لغة تختلف عن لغة ابن الهيثم، كما يلي :

بما أن الدالة $g(y) = ky^2$ متّصلة على $[0, b]$. فإن حساب ابن الهيثم سيكون مكافئًا لما يلي :

حجم المجسم المكافئ الدوراني : $v(p) = \lim_{n\to\infty} \sum_{i=1}^{n} \pi k^2 h^5 \left(n^2 - i^2\right)^2$ ، فيكون :

$$v(p) = \lim_{n\to\infty} \sum_{i=1}^{n} \pi k^2 \left(b^4 - 2b^2 y_i^2 + y_i^4\right) h$$

يكون إذاً :

$$v(p) = \pi \int_0^b k^2 \left(b^4 - 2b^2 y^2 + y^4\right) dy$$

فيكون :

$$v(p) = \frac{8}{15} \pi k^2 b^5 = \frac{8}{15} V$$

حيث V حجم الأسطوانة المحيطة.

لم يقف ابن الهيثم عند هذا الحد ؛ فقد التفت من جديد نحو مجسمات الإحاطة الصغيرة (المحيطة والمحاطة المستعملة للمقاربة) بهدف دراسة سلوكها عندما تزداد نقاط التقسيم بشكل لا نهائي. وهذه المرة نجد أنفسنا أمام فكر واضح في اللامتناهي في الصغر ؛ وهذا الفكر دالي بشكل ما ، حيث أنه يدور صراحة حول السلوك المقارب للكائنات الرياضية التي نبحث في تحديد تغيراتها.

ويطبّق ابن الهيثم الطريقة نفسها في تحديد حجم الكرة. وهنا أيضًا نذكر

أنه أعطى صيغة حسابية المنحى، لطريقة الاستنفاد، وفي الواقع، يبدو دور الحساب في بحثه، أكثر أهمية وصراحة مما هو عليه في أعمال أسلافه.

نستشف من خلال هذه الدراسة تطوّر أساليب هذا الفصل من الرياضيات العربية وتقنياته. فلقد رأينا أن ابن الهيثم في أبحاثه حول المجسم المكافئ، وصل إلى نتائج ينسبها المؤرخون إلى كبلر (Kepler) وكافالييري (Cavalieri) على سبيل المثال، غير أن هذا الفصل من الرياضيات العربية يتوقف هنا، ومن المحتمل أن يكون هذا التوقف راجعاً لعدم توفّر الترميز الفعّال لرياضيي ذلك العصر.

٧ - تربيع الأشكال الهلالية

يشكّل التربيع الصحيح للهلاليات، أي للمساحات المحصورة بين قوسين من دائرتين، إحدى أقدم المسائل التي تتعلّق بتحديد مساحات السطوح المنحنية.

تعد طريقة ابن الهيثم في دراسة الأشكال الهلالية المحصورة بين أقواس أيّاً كانت، بحثًا عن تكافؤ بين المساحات. فهو يُدخِل بشكل عام، دوائر مكافئة لقطاعات من دائرة معطاة في المسألة ومُعبَّر عنها بكسور من هذه الدائرة. ويبرّر وجود الدوائر التي يُدخِلها، التي كان عليه إضافتها إلى المساحات المضلّعة أو طرحها منها، للحصول على مساحة مكافئة لمساحة الهلال أو لمجموع هلالَين.

يستعيد ابن الهيثم مسألة تربيع الأشكال الهلالية من أساسها، وينقلها إلى مجال علم المثلثات، ويحاول أن يستنتج مختلف الحالات كخصائص لدالة مثلثاتية يستعيدها أولر فيما بعد، بمزيد من الدقة.

منذ بداية رسالته *في الأشكال الهلالية*، يعترف ابن الهيثم صراحة بأن حساب مساحات الأهلة يستدعي جمع أو طرح مساحات قطاعات من دائرة، ويُدخِل مثلثات تقتضي مقارنتُها مقارنةَ نِسَب الزوايا ونِسَب القطع المستقيمة. لهذا السبب يبدأ بإثبات أربع مقدّمات تعود إلى المثلث ABC، قائم الزاوية B في المقدّمة الأولى، ومنفرجها في الحالات الثلاث الأخرى. هذه المقدمات تبرهن أن

النقطة الأساس في الدراسة تعود إلى دراسة الدالة $f(x)=\frac{\sin^2 x}{x}$ حيث $0 \le x \le \pi$،

تعاد كتابة هذه المقدّمات على الشكل التالي:

(١) إذا كان $0 < C < \frac{\pi}{4} < A < \frac{\pi}{2}$، يكون $\frac{\sin^2 C}{C} < \frac{2}{\pi} < \frac{\sin^2 A}{A}$؛

وبديهي أنه في حال $C = A = \frac{\pi}{4}$، يكون $\frac{\sin^2 C}{C} = \frac{\sin^2 A}{A} = \frac{2}{\pi}$.

(٢) ليكن $\pi - B = B_1$؛ إذا كان $C < \frac{\pi}{4} < B_1 < \frac{\pi}{2}$، يكون $\frac{\sin^2 C}{C} < \frac{\sin^2 B_1}{B_1}$.

(٣) إذا كان $A \le \frac{\pi}{4}$، يكون $\frac{\sin^2 A}{A} < \frac{\sin^2 B_1}{B_1}$.

(٤) هنا يريد ابن الهيثم دراسة الحالة $A > \frac{\pi}{4}$؛ ولكن دراسته غير كاملة.
فيبرهن أننا، لكل A معطى، نستطيع أن نجد B_0 بحيث يكون:

$$B_1 \ge B_0 \Rightarrow \frac{\sin^2 A}{A} > \frac{\sin^2 B_1}{B_1}$$

يبدو أن هذه الدراسة غير الكاملة حجبت عن ابن الهيثم رؤية المساواة

$$\frac{\sin^2 A}{A} = \frac{\sin^2 B_1}{B_1}.$$

نلاحظ أن هذه المقدّمات بربطها مسألة تربيع الأشكال الهلالية بعلم المثلثات، قد بدّلت موقع هذه المسألة، وأتاحت توحيد الحالات الاستثنائية. لكن النقص، الذي أشرنا إليه، حجب إمكانية وجود أشكال هلالية قابلة للتربيع. ويتابع ابن الهيثم بحثه مبرهناً قضايا هامة، يضيق هذا المقال بعرضها.

وساهم ابن الهيثم أيضًا، على أثر الخازن، بدراسة مسائل في تساوي المحيطات وتساوي المساحات، وقد قادته هذه الدراسة إلى طرح مسائل هامة تتعلق بالزاوية المجسمة[55].

---

[55] راجع

R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IXᵉ au XIᵉ siècle*, vol. III : *Ibn al-Haytham. Théorie des coniques, constructions géométriques et géométrie pratique*, London, 2000.

وهكذا نشهد في الرياضيات المصاغة بالعربية مابين القرنين التاسع والخامس عشر، بروز أبحاث جديدة في الهندسة هي إما تطوير للإرث الهيلينستي أو فصول جديدة لم تكن في تصوّر الرياضيين الإسكندرانيين، كالهندسة الجبرية بالمعنى الذي تعبّر عنه أعمال عمر الخيّام وشرف الدين الطوسي. وأبصرت النور كذلك، فصول هندسية لا تقل أهمية نتجت من تطبيق الهندسة على العلوم الرياضية الأخرى أو على ميادين علمية أخرى مثل علم الفلك وعلم المناظر؛ فقد طوّر علماء الرياضيات دراسة التحويلات الهندسية للنقاط، وخاصة خلال أبحاثهم في التحديدات اللامتناهية الصغر، وخلال أعمالهم في مسائل تساوي المحيطات وتساوي المساحات. وتطوّر تحليل الخصائص البصرية للقطوع المخروطية بفضل الأبحاث في انعكاس الضوء وفي انكساره. واقتضت متطلّبات علم الفلك دراسة الإسقاطات الهندسية المخروطية والأسطوانية. إلى ذلك يمكننا أن نضيف تقليداً مهماً في البحث في نظرية المتوازيات، وفي البناءات الهندسية، وفي الهندسة العملية. كذلك ظهر للمرة الأولى في التاريخ علم المثلثات الذي تكوّن كفرع من فروع الهندسة. هذا المناخ المطبوع بفيض من الأبحاث والنتائج الرياضية، يُفسّر اهتمام الفلاسفة والرياضيين بفلسفة الرياضيات.

نحن إذن أمام كمّ من الفصول لا يتّسع المجال هنا سوى للإتيان على ذكرها. لكن عناوين هذه الفصول معطوفة على ما سبق وعرضناه تتيح لنا فهم تشعّبات الرياضيات وتحديد موقعها في تاريخ هذا العلم.

ثانيًا: بين الرياضيات والمناظر - من علم الانكسار إلى الهندسة: ابن سهل، ابن الهيثم، ديكارت*

أخذ العلماء والفلاسفة منذ بداية النصف الثاني من القرن الثامن عشر، دالمبير على وجه الخصوص وخلفاؤه مثل كانط، يعيدون شروط إمكانية المعرفة العلمية إلى شروط تطبيق الرياضيات على الظواهر المدروسة. ولقد قرأ كلٌّ منّا، مرة على الأقل، ما أكده كانط في «مبادئ الميتافيزياء الأولى في علم الطبيعة».

«هذا وإني لأقول إنه لا علم بالمعنى الحقيقي، في أي نظرية خاصة من نظريات الطبيعة، إلا بقدر ما فيها من الرياضيات».

لم يكن بالإمكان التوصل إلى هذا التصور وصياغته إلاّ بعد تطوير الميكانيك من قبل نيوتن وخلفائه. فهذا التصور غريب على علماء العصور القديمة، وغريب بشكل خاص على الفلسفة وعلى الفيزياء أيضًا السائدتين كما كان يراهما أرسطو. فالرياضيات والفيزياء عنده مفترقتان: فالأولى معرفة بالبرهان، والثانية معرفة بالصيرورة. لكن هذا التعارض من حيث المبدأ لا يعني القطيعة الجذرية بينهما التي رآها البعض، بدءاً بالإسكندر الأفروديسي. فمع أن مسألة تطبيق الرياضيات على الفيزياء لم تكن مطروحة حقًا في ذلك العصر، فقد لعبت الرياضيات فيه دورين: أحدهما، أدوي في العلوم poiétiques وهي العلوم المتعلقة بإنتاج الأشياء المفيدة؛ وثانيهما لتحديد ما يحيط بظاهرة ما. وهكذا طبقت الرياضيات

*نقلها من الفرنسية الدكتور محمد بغدادي، أستاذ الفيزياء النظرية بجامعة الرباط.

على دراسة قوس قزح، وعلى نظرية الميزان، وعلى هيئة الكون باعتباره آلة (organon)، وعلى المرايا بما في ذلك المرايا المحرقة، إلخ، أو بمعنى آخر على كل ما يمكن النظر إليه كآلة. كان من ميزات هذه التطبيقات إتاحة الكلام رياضيًا على ظاهرة محلية، على انتشار الأشعة الموازية لمحور مرآة على شكل قطع مكافئ، على سبيل المثال، أو على محيط حركة القمر الظاهرية.

وقد استمر الحال على هذا النحو إلى أن جاء الإصلاح الأول في المناظر وفي الفيزياء على نحو أشمل على يد ابن الهيثم (المتوفى بعد ١٠٤٠). وأصبح الشعار الجديد حينئذٍ «الترافق بين الرياضيات والفيزياء»، عند ما نريد دراسة ظاهرة طبيعية ما. تكمن إمكانية المعرفة الحقيقية للأشياء المادية في رياضياتها. وهكذا فابن الهيثم هو أول عالم يرفض اعتبار المفاهيم وحدها كافية لمعرفة الأشياء المادية المحددة: إن الفيزياء الحقيقية هي رياضية بالضرورة. وهذا ما قاد ابن الهيثم إلى تحقيق هذا المنهج في المناظر إلى قطع الصلة مع التقليد القديم، تقليد أقليدس وبطلميوس، فالرؤية بالنسبة إليهما هي إضاءة الشيء المرئي، أي لا فرق بين شروط الرؤية وشروط انتشار الضوء. ولذا فقد كان عليه قبل كل شيء التمييز القاطع بين فيزياء الضوء وفسكوفيزيولوجيا الإبصار. فقوانين الضوء هي نفسها في كل الظواهر الضوئية، ويخضع لها الإبصار، وليس العكس. والإبصار له بدوره شروطه الخاصة الفيزيولوجية والنفسية. ولقد أخذ تطبيق الرياضيات على الفيزياء مناحي مختلفة عنده تتفق ونضوج المفاهيم في كل فرع من فروع العلم التي عالجها في عمله الضخم من جهة، كما تتوقف على إمكانية إخضاع الظاهرة إلى التجربة من جهة أخرى. ويتعلق الأمر في المنحى الأول بتماثل البنيات، كما هو عليه الأمر في المناظر الهندسية بعد إصلاحها من قبله. والمنحى الثاني هو تطبيق الرياضيات بواسطة علم آخر وضع على شكل رياضي: استخدام ترسيمة ميكانيكية في دراسة المناظر على سبيل المثال. يقع هذا التطبيق عندما لا تكون مفاهيم العلم قد اكتملت، كما كان عليه حال المناظر الفيزيائية آنذاك. تأتي الرياضيات هنا لتبيان أوجه الشبه بين الظاهرة موضوع الدراسة وفرع ثالث من فروع العلم: وفي حالتنا هنا الترسيمة

الميكانيكية للحركة القهرية وظاهرة الانتشار الفيزيائية. ومن الممكن أيضاً أن يحصل التطبيق عن طريق إنشاء مناويل موضعية في حالة استحالة الدراسة التجريبية المباشرة للظواهر، كما هو شأن قوس قزح. يمكن أخيراً للتطبيق الرياضي الاستفادة من موضوعية تقانة المادة في البحث في ظاهرة التركيز المحرقي للضوء، على سبيل المثال، بالاستعانة بالمرايا والعدسات أو بالاستعانة على نحو أبسط بقارورة مملوءة بالماء. وفي كل الأحوال يجب أن تتيح كل هذه التطبيقات - وفي هذا تكمن حداثة مشروع ابن الهيثم - إقامة حالة تجريبية نستطيع من خلالها مراقبة الصيرورة المثالية للظاهرة أو على الأقل صيرورتها المحلية. ثم إن هذه الحالة التجريبية هي التي تثبت لنا الوجود الحقيقي للظاهرة موضع الاعتبار، أو مستوى وجود الظاهرة.

لقد أتيحت لي فرصة دراسة مسألة تطبيق الرياضيات في علم المناظر عند ابن الهيثم[1]، وفي مجالات أخرى قديمة وحديثة، وأود هنا إن سمحتم دراسة الحالة المقابلة.

١- إن دراسة تطبيق الرياضيات في المناظر، أشكال التطبيق ومداه ومستويات وجوده، وأنواع التجارب التي يسمح بها أمر مختلف عن أمر آخر، وإن كان مرتبطاً به وهو السؤال عمّا قدمه علم المناظر للرياضيات. فلطالما طرح التساؤل عن خصوبة الرياضيات في فروع العلم كالفلك وعلم السكون القديمين والتقليديين. ولكنه قلّما طرح في علم مناظر هذين العهدين. ومع ذلك فقد تدخل هذا العلم بشكل مجدٍ وبطرق متعددة في تطوير فصول عديدة في الرياضيات. لنتذكر، إذا ما أردنا الاختصار على علم المناظر القديم والتقليدي، وهذا ما سأفعله هنا، هندسة القطوع وعلى نحو أعم، نظرية المنحنيات - الإسقاطات والهندسة الكروية وعلم المثلثات، عند ابن الهيثم وخاصة في دراساته عن الكرة المحرقة.

---

[1] انظر *موسوعة العلوم العربية*، بيروت، ١٩٩٧، جـ ٢؛

R. Rashed, *Optique et Mathématiques*, Variorum reprints, Aldershot, 1992, articles II, IV; *Geometry and Dioptrics in Classical Islam*, London, Al-Furqan, 2005.

إن الآناكلاسيتيك (علم الانعكاس) من بين فروع علم المناظر هي التي أسهمت بشكل محسوس في تطوير الرياضيات. ولقد أغنت البحوث التي أجريت خلال العقود الثلاثة الأخيرة معرفتنا بتاريخ الفرع، وسنبدأ بتلخيص المكتسبات التاريخية الجديدة قبل أن نتوقف مطولاً عند المثال الذي سندرسه، وهو إهليجيات ديكارت.

لقد ثبت مؤخراً، بفضل كتاب ديوقليس[2]، وجود تقليد عند بعض العاملين في الانعكاس، منذ القرن الثالث قبل الميلاد، لتطوير هندسة القطوع في اتجاه مختلف عن اتجاه أتباع أبلونيوس. لقد فتّش هؤلاء الباحثون عن الخواص الضوئية للمنحنيات القطوعية، وأعطوا بهذا توصيفًا مميزاً لهذه المنحنيات يختلف عن التوصيف المعطى بالأعراض symptoma وبالمعادلة بعد ذلك، وتشهد مدرسة Conon في الإسكندرية على بدايات هذا التقليد. فقد شرع Dosithée – مراسل أرشمدس بعد وفاة قونون – في إطار هذه المدرسة دراسة خواص القطع المكافئ الضوئية والمرايا على شكل قطع مكافئ. وقد تابع معاصرون له أو متأخرون عنه هذه المهمة. وهكذا نجد المهندس Pythion de Thasos وفلكيًا اسمه Hippodamos، وأخيراً وليس أخراً ديوقليس. ومما تجدر الإشارة إليه هنا أن هذا البحث رأى النور في نفس الوسط الذي كانت فيه دراسة المنحنيات القطوعية وعدد نقاط تقاطعاتها الأكثر نشاطًا، أي في الإسكندرية وحول قونون؛ وهذا ما تشهد عليه ديباجة الكتاب الرابع من *مخروطات* أبلونيوس. ولكي نذكّر بما كانت الأمور تدور عليه، فلنعد إلى المسائل التي عالجها ديوقليس؛ فهو يدرس القطع المكافئ انطلاقًا من خاصة البؤرة ـ الدليل لمعرفة خواصه الضوئية. فدراسته التي يستعين فيها بخواص ما تحت المماس وتحت الناظم دراسة هندسية بحتة. ثم يتفحص الخاصة البؤروية ويأخذ وتراً عموديًا على محور القطع المكافئ، ويبيّن أنه في حال دوران القوس حول هذا الوتر، يتولّد مجسم مكافئ، وتُولد البؤرة دائرة مركزها منتصف الوتر. ويرسم ديوقليس بالنقاط القطع

[2] R. Rashed, *Les Catoptriciens grecs*. I: *Les miroirs ardents,* Collection des Universités de France, Paris: Les Belles Lettres, 2000.

المكافئ بفضل معرفة بؤرته ودليله، ويعمل أخيراً على استخلاص symptoma القطع المكافئ انطلاقًا من خاصة البؤرة - الدليل.

لا يتوقف هذا النوع من البحث عند ديوقليس؛ إننا نجده في كتابات أخرى محفوظة باليونانية، كما في المقتطف Bobbio، ونجده على وجه الخصوص في الترجمة العربية لمؤلفات يونانية عديدة. وبين أيدينا على سبيل المثال مؤلّف لشخص يدعى Dtrūms وفيه دراسة للقطع المكافئ وللخاصة البؤروية فيه لا يمكن إرجاعه إلى أي شخص آخر. وبعد ذلك في القرن السادس عاد أنثميوس الترالي وشخص آخر اسمه ديديموس، كل على طريقته، إلى دراسة القطع المكافئ وخواصه الضوئية. وعاد في القرن التاسع الفيلسوف والرياضي الكندي إلى دراسة أنثميوس بطريقة أراد لها أن تكون أكثر صرامة.

كما نجد في مؤلف أنثميوس عن «المفارقات الميكانيكية»، وفي مؤلف الكندي عن «الأشعة الشمسية» دراسة القطع الناقص انطلاقًا من خاصة البؤرتين[3]. ولقد انطلق أصغر الإخوة الثلاثة - بنو موسى - الحسن، من هذه الخاصة تحديداً لتطوير نظرية تامة للقطع الناقص كمقطع مستوٍ لأسطوانة مائلة ولدراسة مقطع القطع الناقص باستعمال الإسقاط الأسطواني[4]. يعتمد الحسن بن موسى في دراسة القطع الناقص في واقع الأمر على تعريف ذات البؤرتين $MF + MF' = 2a$ (حيث a نصف المحور الكبير). هذه هي إذن الخطوط العريضة التي اختصرناها هنا لما قدمه علم الانعكاس (أنكلاستيك) إلى نظرية القطوع حتى منتصف القرن التاسع.

ويأتي العلاء ابن سهل، وهو قبل ابن الهيثم بجيل على الأقل، في القرن العاشر وفي حوزته قانون الانكسار المسمى قانون سنل - ليضيف إلى دراسة المرايا

---

[3] رشدي راشد، *علم المناظر وعلم العكس الضوء (الكندي)*، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ٢٠٠٣.

(*Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī*. Vol. I: *L'Optique et la Catoptrique d'al-Kindī*, Leiden: E.J. Brill, 1997).

[4] R. Rashed, *Les Mathématiques infinitésimales du IXe au XIe siècle*. Vol. I : *Fondateurs et commentateurs : Banū Mūsā, Thābit ibn Qurra, Ibn Sinān, al-Khāzin, al-Qūhī, Ibn al-Samḥ, Ibn Hūd*, London: al-Furqān, 1996

المحرقة دراسة العدسات المستوية - المحدبة وثنائية التحدب. وكتب حينئذٍ أول دراسة معروفة مخصصة بكاملها للخواص الضوئية للمنحنيات القطوعية الثلاثة، وابتكر أداة الرسم المستمر لهذه المنحنيات. وقد وجّه اهتمامه في دراسته على وجه الخصوص إلى تحديد المستوى المماس في نقطة من السطح المتولّد من دوران المنحني وإلى واحدية هذا المستوى - وهي دراسة تابعها بجد بعده ابن الهيثم. يحتوي مؤلف ابن سهل إذن دراسة المنحنيات الثلاثة انطلاقًا من البؤرة، والدليل في حالة القطع المكافئ، ومن خاصة البؤرتين في حالة القطوع ذات المركز[5].

كانت المسألة حتى ذلك الحين إشعال جسم بواسطة الأشعة الضوئية من مسافة معيّنة. وكان المنحني يُختار تبعاً لمنبع الانعكاس أو الانكسار - القريب أو البعيد.

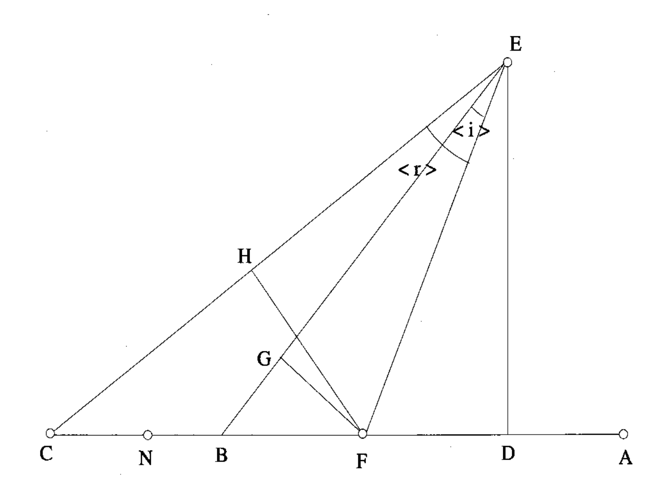
٢- ابتكر ديكارت بعد سبعة قرون من زمن ابن سهل للإجابة عن نفس السؤال، مقتصراً على منحنيات أخرى لا تنتمي إلى عائلة القطوع: إهليجياته. فقد كان يريد في واقع الأمر معرفة المنحنى الذي تنكسر عليه حزمة أشعة نابعة من نقطة معيّنة لتصل إلى نقطة معينة هي أيضًا.

كان هذا التساؤل مطروحًا في Excerpta Mathematica المؤرخة قبل عام ١٦٢٩ أي في وقت كان فيه ديكارت متمكنًا من قانون الانكسار، ومهتمًا بدراسة العدسات. نجد في هذا المؤلف سلسلة من الدراسات المتعلقة بالأهاليج وصفها الناشر P. Tannery وهو على حق بدراسة أولى، بأخطائها وبارتباكاتها المألوفة وبدون تدوين نتائجها النهائية. كل هذه الدراسات تركيبية، باستثناء أولاها التحليلية. ولذا فالأمل معقود على هذه الدراسة الأولى لتفهم مقصد ديكارت. يبدأ ديكارت بالقول:

«لتكن C, B, A على خط مستقيم، أوجد المنحني ذا القمة A، والمحور AB وبحيث يتيح انحناؤه للأشعة الآتية من B، والمنكسرة عليه متابعة طريقها كما

[5] انظر موسوعة *العلوم العربية*، جـ ٢.

لو كانت آتية من النقطة C وبالعكس».



ثم يتابع: «آخذ النقطة N المنتصف بين C, B ؛ وليكن:

$$NA = a, NB = b, CE + BE = 2a - 2y, DA = x$$

ولتكن y, x كميتين غير محدودتين حيث إحداهما، وهي الباقية غير محددة، تشير إلى كل نقاط الخط المنحني، والأخرى ستحدد تبعًا لكيفية توصيف الخط المنحني. ولكي أجد هذه الكيفية أفتش بدايةً عن النقطة F التي أتصور انطلاقًا منها (مأخوذة كمركز رسم الدائرة التي تمس المنحني في النقطة E. أقول بعد ذلك إن الخط BE مضروباً بـFC هو بالنسبة إلى CE مضروباً بـBF كـ(HF لـ FG بمعنى كـ) ميل الشعاع المنكسر في وسط مشف بالنسبة إلى ميله في وسط آخر».

يأخذ ديكارت إذن نقطة E من المنحني الذي ينبغي تحديده و$AB \perp ED$ ويريد أن ينكسر الشعاع الضوئي BE في النقطة E وفق شعاع يمر تمديده بـ C. فإذا

كانت الدائرة (F,FE) مماسة للمنحني موضع الاعتبار في النقطة E، فإن EF عمودي في E على هذا المنحني. يوصل $EB \perp FG,\ EC \perp FH$. إن زاوية السـقـوط هي $\angle BEF = i$ وزاوية الانكسار r تساوي لـ زاوية CEF. لدينا إذن:

$$\sin i = \frac{FG}{FE},\ \sin r = \frac{FH}{FE}$$

وبالتالي:

$$\frac{FH}{FG} = \frac{\sin r}{\sin i}$$

ولدينا في المثلث BFE

$$\frac{\sin i}{BF} = \frac{\sin B\hat{F}E}{EB}$$

وفي المثلث CFE

$$\frac{\sin r}{CF} = \frac{\sin B\hat{F}E}{EC}$$

ونستنتج:

$$\frac{\sin r}{\sin i} = \frac{EB.CF}{EC.BF}$$

ومنه:

$$\frac{FH}{FG} = \frac{EB \cdot CF}{EC \cdot BF}$$

يبقى أن هذا النهج لتحديد المنحني لا يؤدي إلى النتيجة المطلوبة، أو كما لاحظ P. Tannery:

«لو كانت لدى ديكارت طريقة عكسية لطريقة المماسات لاستطاع التعبير

عن شرط تقسيم الناظم للمحور بالتناسب المطلوب. إلا أنه بالإمكانات التي كانت متاحة له لم يكن يستطيع بلوغ ما يبتغيه تمامًا كما لو كان قد فتش عن المماس بالإحداثيات المعتادة y, x دون أن تكون لديه المعادلة».

ومهما يكن من أمر فإذا كان هذا النهج لا يفضي إلى نتيجة، فعلينا معرفة كيف توصل ديكارت إلى اكتشاف الأهاليج. وللإجابة عن هذا السؤال يجب قراءة ما قاله ديكارت نفسه بعد ذلك، فقد عاد إلى دراسة الأهليجيات بعد بضع سنوات بدقة مختلفة جداً وأعطى طريقة لرسمها. إلا أنه، وخلافًا لما كان من الممكن توقعه، لم يضع هذه الدراسة في مكانها الطبيعي، أي في كتابه في علم الانكسار، وعلى وجه التحديد في الفصل الثامن المخصص «للأشكال التي يجب أن تكون عليها الأجسام المشفة لتحويل الأشعة بواسطة الانكسار» وإنما ضمّها إلى كتابه في الهندسة. ومما يثير الدهشة أن هذا الفصل الثامن من علم الانكسار خصص لفحص الشروط التي تجعل الشعاع الساقط موازيًا للمحور البؤري لقطع مخروطي ذي مركز يمر بإحدى البؤرتين. ويدرس ديكارت هنا عدة حالات، حالة العدسات التي سطحها قطع ناقص أو قطع زائد، وكذا حالة العدسات ذات السطحين المتشابهين أو سطحين أحدهما قطع زائد والآخر قطع ناقص. وهكذا فقد كان لازمًا أن يقع فحص الإهليجيات في هذا الفصل خلافًا للواقع. إن السبب الوحيد الذي يتذرع به ديكارت لتبرير غياب دراسة الإهليجيات من علم الانكسار هو سهولة العرض ويكتب:

«وإضافة إلى ذلك، يمكننا تخيل عدد لا متناه من العدسات تتيح، على غرار تلك العدسات، للأشعة الآتية من نقطة، أو التي تتجه نحو نقطة، أو للأشعة المتوازية أن تتحول بالضبط من بعضها إلى بعض في هذه الهيئات. إلا أنني لا أعتقد أني في حاجة للكلام عليها نظراً إلى استطاعتي شرحها بسهولة أكبر فيما يلي في الهندسة».

إلا أن هذا الانتقال الذي لم يلق ما يستحقه من اهتمام على ما نعتقد ليس حياديًا بالمرة. فهو يتضمن، وهذا أقل ما يقال، أن الخواص الهندسية للإهليجيات

تتصدر من الآن فصاعداً استعمالها في المناظر. أو بعبارة أخرى، ليست سهولة العرض هي التي تملي هذا الانتقال وإنما أسباب أخرى أعمق من ذلك. ما هي هذه الأسباب؟ لم يضع ديكارت دراسته للإهليجيات في مكان اعتباطي من *الهندسة*، وإنما وعلى وجه الدقة في نهاية الكتاب الثاني. ولكنه لم يعط أي تفسير لهذا الاختيار: فهو «يضيف» حسب تعبيره وبطريقة قد تبدو فجّة هذه الدراسة على آخر كتابه الثاني. ولكن هذا الكتاب مخصص بكامله لنظرية المنحنيات المقبولة هندسياً أي للمحنيات الجبرية، وهي نظرية جديدة. تتولد هذه المنحنيات «عضوياً» حسب ديكارت بفرجاراته المتناسبة أو رياضيًا كحلول لمشكلة پاپوس الشهيرة. أضف إلى ذلك أن ديكارت لم يمتنع قط من التحقق، عندما يتعلق الأمر بمنحنٍ جديد، من كونه حلاً لمشكلة پاپوس. هكذا نراه يبرهن أن «المذراة الثلاثية» أي المنحني التكعيبي

$$y^3 - 2ay^2 - a^2y + 2a^3 = axy$$

هو حل لمشكلة پاپوس من أجل خمسة مستقيمات. ولكن ديكارت لا يقوم بتحقق مماثل من أجل إهليجياتيه، وهذا ما يضع المؤرخ لديكارت كعالم أمام صعوبة ثانية. فلقد اكتفى بتقديم إهليجياتيه بالعبارات التالية:

«وفوق ذلك، ولكي تعلموا أن اعتبار الخطوط المنحنية المعروض هنا، ليس بدون استعمال، وأن لهذه الخطوط خواص لا تقل في شيء عن خواص القطوع المخروطية فإني أريد إضافة شرح بعض الإهليجيات حتى تروا مدى فائدتها في نظرية علم الانعكاس وعلم الانكسار».

وهكذا يضيف إلى «السهولة» التي يتذرع بها في علم الانكسار الفائدة هنا، بدون وجود أي سبب جوهري يبرر وضع الإهليجيات في آخر الكتاب الثاني، وبدون تحديد طبيعتها الجبرية.

ولكننا نعلم أنه بينما تكون المنحنيات التكعيبية الأكثر عمومية حلولاً لمشكلة پاپوس، فإن الأمر مختلف بالنسبة إلى المنحنيات مضاعفة التربيع. وهكذا، وإذا ما

اقتصرنا على الإهليجيات فمن المعروف أن إهليجيات كاسيني (١٦٨٠) على سبيل المثال ذات المعادلة.

$$(x^2 + y^2)^2 + 2a^2 (y^2 - x^2) + a^4 - b^4 = 0, \quad \text{مع} \quad a, b > 0$$

– مضاعفة التربيع محدبة – لا تُعرّف بمشكلة پاپوس. وهنا يفرض التحقق المشار إليه أعلاه من الإهليجيات، نفسه. ولكن ديكارت لا يحاول مجرد القيام به.

وهكذا يصبح سؤالنا أكثر دقة: لنضع جانبًا «السهولة» و«الفائدة»، ما هي الأسباب الأخرى التي دفعت ديكارت إلى وضع إهليجياته في آخر الكتاب الثاني من هندسته. يتطلب الجواب عن هذا السؤال معرفة النهج الذي قاده إلى اكتشافها قبل كل شيء.

٣- يكاد ديكارت لا يقول شيئًا عن الطريق الذي اتبعه. إلا أن معاصريه – فرما وخلفاؤه، Huygens[6]، Newton[7]، L'Hôpital ، الأب Reynau، إلخ لمحوه. فقد

---

[6] يبدأ Huygens تحليله بالعبارات التالية: « وفيما يخص الأسلوب الذي اتبعه ديكارت لإيجاد هذه الخطوط (الإهليجيات)، ولمّا كان لا هو ولا أي شخص آخر بعده، على حدّ علمي، لم يشرحه، فإني أقول هنا، عابراً، ما يبدو لي الدافع» (ص. 136) ثم يعطي توصيفاً لتحليل ديكارت لا يختلف عن نفس ما تقترحه ملاحظة فيرما.

[7] وإليكم ما كتبه كما جاء في ترجمة la Marquise du Chastellet : «ليكن A المكان الذي تنطلق منه الجسيمات وB مكان تجمعها، وليكن إضافة إلى ذلك CDE المنحني الذي يرسم بدورانه حول المحور AB المساحة المطلوبة؛ E,D نقطتان كيفما كانتا من هذا المنحني. EG, EF عمودان مسقطان من E على الأشعة الواردة والمنكسرة DB, AD . عندما نتخيل النقطة D تقترب من النقطة E فإن التناسب الأخير بين زيادة AD، أي DF والنقصان DG الطارئين على BD هو التناسب بين جيب الورود وجيب الانبثاق، وهو بالتالي معطى. وإذاً فإن الكميات المنتهية التي هي زيادات AD والمتناقصة التي هي تناقصات BD تبقى على نفس التناسب. ومن هنا يتبع أننا باختيارنا نقطة ما C على المحور AB لتكون قمة المنحني المطلوب CDE =

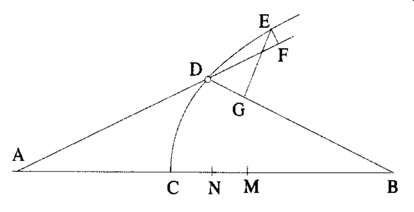
اكتشف ديكارت إهليجيين، حسب هذا العُرف، بفضل طريقة عكس المماسات. ولو تحقق ذلك سنكون حصلنا على نتيجتين في آن واحد: يفسر الاكتشاف ويعرف تاريخ الاستعمال الأول لهذه الطريقة. ولنكتف بذكر ممثل واحد لهذا العرف، هو فرما، الذي يقول:

«يمكننا من ثم البحث عن عكس القضية أي البحث، بفرض خاصة المماس معطاة، عن المنحني الذي توائمه هذه الخاصة: وهو السؤال الذي توصلنا إليه الأسئلة عن العدسات المحرقة التي طرحها ديكارت.»

وهكذا يثبت فرما في حزيران/يونيو ١٦٣٨، بكلام آخر، أن المسألة هي مسألة تكاملة معادلة تفاضلية $f(y, y') = 0$، معطيًا بذلك الأسبقية لديكارت. ويبدو أن نيوتن قد وصل بعد ذلك إلى نفس الاستخلاص.

وإذا ما عدنا الآن إلى *الهندسة* فسنرى أن ديكارت يميز بين أربعة أنواع من الإهليجيات، تكتب معادلاتها في الإحداثيات مزدوجة القطبية (u, v) كما يلي.

= لم يبق علينا سوى أخذ CM زيادة CN، AC نقصان BC بنفس نسبة جيب الورود وجيب الانبثاق ورسم دائرتين انطلاقًا من المركزين B, A والمجالين BN, AM تتقاطعان في D حتى نحصل على النقطة D من المنحني المطلوب، وهو ما أردنا بيانه.



لازمة ١: إذا فرضنا أن النقطة A أو النقطة B تبتعد إلى ما الا نهاية أو تأتي من الجانب الآخر لـ C فنحصل على كل المنحنيات التي أعطاها ديكارت في هندسته وفي مناظره من أجل الانكسار؛ وبما أنه لم يعرض نهج الحصول عليها فقد رأيت أن عليّ تقديمه في هذه القضية.»

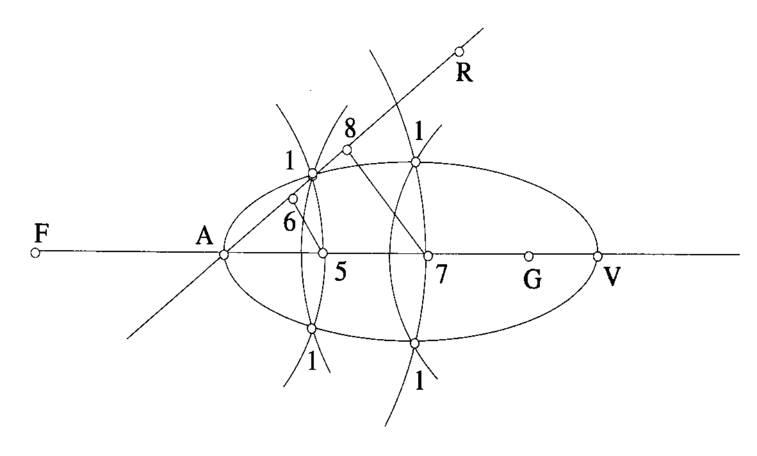
$$\left.\begin{aligned} u+kv &= a+kb \\ u-kv &= a-kb \end{aligned}\right\} \quad a+b=d \qquad \text{distance des pôles}$$

$$\text{avec } 0<k<1$$

$$\left.\begin{aligned} u-kv &= a-kb \\ u+kv &= a+kb \end{aligned}\right\} \quad a-b=d \qquad \text{distance des pôles}$$

يتعلق الأمر في الواقع بإهليجيين فقط لأن الأولى مطابقة للرابعة والثانية للثالثة. ويشرح بالإضافة إلى ذلك كيف يمكن إنشاء كل منها نقطة فنقطة بالمسطرة والفرجار. ويكفينا هنا النظر في مثل واحد. الإهليجية الأولى وبكلمات ديكارت نفسه ولو كان الرد طويلاً نوعًا ما :

«أولاً بعد أن مددنا الخطين المستقيمين AR, FA اللذين التقيا على نقطة A، بدون أن نهتم على أيّ زوايا كان، آخذ النقطة F على إحدهما كما أشاء، أي أقرب أو أبعد من A، حسبما أريد أن أعمل هذه الإهليجيات كبيرة أو صغيرة؛ وأرسم من النقطة F كمركز دائرة تمر بنقطة أبعد من A نوعًا ما، كالنقطة 5. ثم أمد من هذه النقطة 5 الخط المستقيم 56 الذي يقطع الآخر على النقطة 6 بحيث يكون A6 أقل من A5 بنسبة نحددها كما نريد، ونعني النسبة التي تقيس الانكسارات إذا ما أريد الاستعمال في علم الانكسار. آخذ بعد ذلك النقطة G الواقعة على الخط FA من جانب النقطة 5 كما أشاء، أي بجعل النسبة بين GA, AF حسب الطلب. وأجعل بعد ذلك RA مساوياً لـ GA على الخط A6، ومن المركز G أرسم دائرة نصف قطرها يساوي R6 تقطع الدائرة الأولى من الجهتين على النقطة 1، إحدى النقاط التي تمر بها أولى الإهليجيات المطلوبة. ثم، ومن جديد، أرسم من المركز F دائرة تمر قليلاً قبل النقطة 5 أو قليلاً بعدها على النقطة 7. وبعد مدّ المستقيم 78 الموازي لـ 56 أرسم من المركز G دائرة أخرى نصف قطرها يساوي الخط R8. وتقطع هذه الدائرة الدائرة المارة بالنقطة 7 في النقطة 1 التي هي إحدى نقاط الإهليج. وهكذا يمكننا أن نجد من هذه النقاط قدر ما نريد بمدٍ متجددٍ لخطوط موازية لـ 78 وبرسم دوائر مراكزها G, F».



وهكذا، إذا أخذنا G, F كقطبين، وإذا وضعنا إحداثيات النقطة 1

$$u = G1 \text{ و } v = F1,$$

نحصل:

$$u = G1 = R6 = RA - A6 = RA - k\,A5 = AG - k\,5A$$

و

$$v = F1 = F5 = AF + A5$$

لدينا :

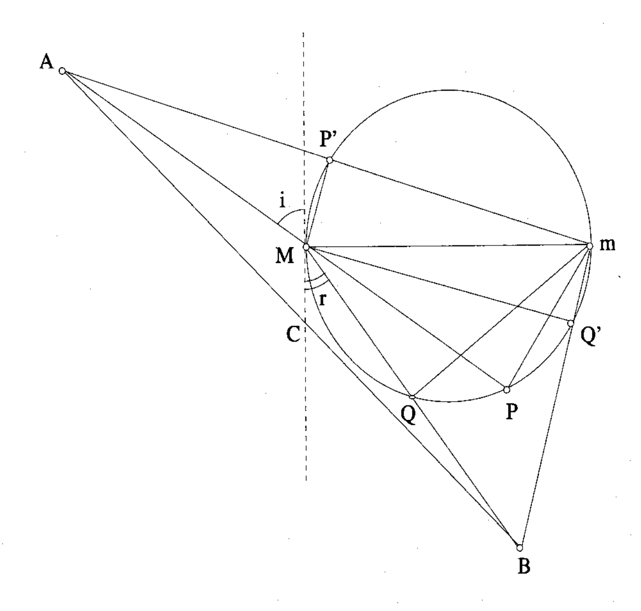
$$u + kv = AG + k\,AF \quad \text{ثابتة}$$

لأن $AG + AF = d$ ، المسافة بين القطبين و $0 < k < 1$.

إن هذا العرض الأخير لديكارت في *الهندسة* يقودنا إلى تحوير سؤالنا البدائي : هل السبيل الذي قاد ديكارت إلى اكتشاف إهليجياته هي طريقة معكوس المماسات كما اقترح فرما ونيوتن وآخرون؟ يبدو أن هذا التخمين متين، وسنحاول إثباته.

نأخذ بعين الاعتبار نقطتين B, A في مستوٍ ما، ونفتش عن منحنٍ يفصل بين وسطين شفافين، مختلفي الشفافية، تقع فيهما بالترتيب B, A؛ وبحيث تنكسر كل الأشعة الضوئية الآتية من A نحو B. فنفرض معرفة قانون الانكسار ودليل الانكسار k.

إذا كان Mm مماساً للمنحني المطلوب في النقطة M، فإننا نسقط m على AM في النقطة P وفي النقطة Q على MB بحيث تكون زاوية السقوط I مساوية لزاوية MmP وزاوية الانكسار r لزاوية MmQ. ولدينا إذاً:



$$\sin i = \frac{MP}{Mm}, \quad \sin r = \frac{MQ}{Mm}$$ ،

ويصبح قانون الانكسار:

$$MP = k \cdot MQ \qquad (1)$$

لنسقط أيضاً M في P' على Am وفي Q' على Bm. يمكننا أن نماثل، في حال كون Mm متناهياً في الصغر، بين MP و mP' وبين MQ و mQ'.

لدينا حسب *الأصول* لأقليدس، III.36

$$\frac{QM}{QB}=\frac{Q'm}{BQ'} \quad \text{و} \quad \frac{PM}{AM}=\frac{P'm}{AP'}$$

$$.\ k=\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{PM}{QM}=\frac{P'm}{Q'm}\cdot\frac{AM}{AP'}\cdot\frac{BQ'}{QB}$$

ولكن $\frac{BQ'}{QB}\cong 1,\ \frac{AM}{AP'}\cong 1$ عندما ينتهي Mm إلى 0.

كان في وسع ديكارت بكل تأكيد القيام بهذا النوع من المحاكمة شائعة الاستعمال في تقاليد الرياضيات المتناهية في الصغر. تصبح المعادلة (1) (بشكل تقريبي)

$$.mP'=kmQ' \qquad (2)$$

إلا أن mP' هي تزايد AM عندما ننتقل من M إلى m، المتمثلة كنقطة من المنحني، «نحو التساوي» (adégalité)، حسب تعبير فرما، بينما mQ' هي التناقص الملازم لـ BM. وتعني المعادلة (2) أن التغير المتناهي في الصغر لـ $z=AM+k\,BM$ معدوم.

ويسهل الاستنتاج من ذلك أن z ثابتة. وهذه النتيجة حالة خاصة من طريقة معكوس المماسات، أي من تكاملة معادلة تفاضلية. والمعادلة هنا في منتهى البساطة. لأنها تكتب $z'=0$. كان لا بد من انتظار القرن الثامن عشر حتى

تتبين ضرورة البرهان على أن تتضمن هذه المعادلة ثبات z (مبرهنة التزايدات المنتهية).

والحال أن المعادلة:

$$AM + k\,BM = \text{ثابتة} \qquad (3)$$

تعرف (في الإحداثيات مزدوجة القطبية) النوع الأول من إهليجيات ديكارت. إذا لاقى المنحني المستقيمَ AB في C بين B, A فإن $AB = a + b$ حيث $a = AC$ و $b =$ CB، وثابتة المعادلة (3) هي $AC + k\,BC = a + kb$.

أما إذا لاقى المنحني المستقيم AB وراء A، فلدينا على العكس $AB = b - a$ وإذا كان اللقاء وراء B ، فلدينا $AB = a - b$. وفي كل الحالات فإن معادلة الإهليج هي:

$$AM + k\,BM = a + k\,b. \qquad (4)$$

لنلاحظ أن في حالة الانكسار الحدي حيث الزاوية r معدومة، فستختصر المعادلة (4) إلى $AM=a$ ويتردى الإهليج ليصبح دائرة مركزها A.

ويجب النظر إلى صورة أخرى تكون فيها النقطتان A, B كلاهما من جهة الناظم على المنحني في M (وهي صورة لا يقابلها انكسار طبيعي). mP' و mQ' في هذه الحالة تزايدان متلازمان لـ AM و BM وتعني المعادلة (2) أن التغير المتناهي في الصغر لـ $z = AM - k\,BM$ معدوم. ومنه:

$$AM - k\,BM = a - k\,b \qquad (4')$$

حسب المحاكمة أعلاه.

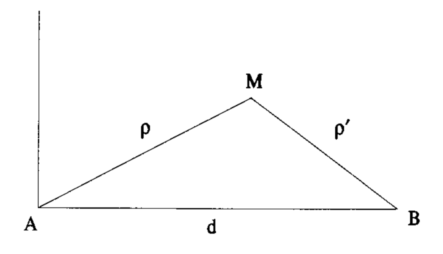
إن إجراءات ديكارت، كما أعدنا بناءها للتو، تظهر أول بادرة لطريقة معكوس المماسات. وهي مبنية بشكل كامل على اعتبارات حدسية للتناهي في الصغر بدون الرجوع إلى الإحداثيات، كما يمكننا التحقق منه في *الهندسة*.

يمكننا للبرهان تحليليًا على معادلات إهليجيات ديكارت، اتباع النهج التالي. نأخذ النقطة A كمنشأ وAB كمحور x لنظمة إحداثياتها متعامدة. ونضع $AB = d$، $AM = \rho$، $BM = \rho'$ حيث M نقطة من المستوى إحداثيات، الديكارتية y, x؛ لدينا

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \rho' = \sqrt{(x-d)^2 + y^2}$$

ومنه:

$$x = \frac{d^2 + \rho^2 - \rho'^2}{2a}, \quad y = \sqrt{\rho^2 - x^2}$$



إذا كانت $\phi(\rho, \rho') = 0$ هي معادلة المنحني المطلوب في الإحداثيات مزدوجة القطبية (ρ, ρ')، فإن معادلته الديكارتية هي:

$$f(x,y) = \phi\left(\sqrt{x^2 + y^2}, \sqrt{(x-d)^2 + y^2}\right) = 0 \qquad (5)$$

وللمتجهة الرئيسة للمماس المركبتين

$$\frac{\delta f}{\delta y} = f'_y \qquad \text{و} \qquad -\frac{\delta f}{\delta x} = -f'_x$$

وإذاً فجيبا زاوية السقوط وزاوية الانكسار معطيان بـ

$$\sin i = \pm \frac{xf'_y - yf'_x}{\sqrt{x^2 + y^2}\sqrt{f'^2_x + f'^2_y}} \quad \text{و} \quad \sin r = \pm \frac{(x-d)f'_y - yf'_x}{\sqrt{(x-d)^2 + y^2}\sqrt{f'^2_x + f'^2_y}}$$

ويكتب قانون الجيب إذن على الشكل:

$$\rho'\left(xf'_y - yf'_x\right) = \pm k\rho\left((x-d)f'_y - yf'_x\right) \qquad (6)$$

والحال أن:

$$f'_x = \frac{\delta\phi}{\delta\rho}\cdot\frac{\delta\rho}{\delta x} + \frac{\delta\phi}{\delta\rho'}\cdot\frac{\delta\rho'}{\delta x} = \frac{x}{\rho}\cdot\frac{\delta\phi}{\delta\rho} + \frac{x-d}{\rho'}\cdot\frac{\delta\phi}{\delta\rho'}$$

$$f'_y = \frac{\delta\phi}{\delta\rho}\cdot\frac{\delta\rho}{\delta y} + \frac{\delta\phi}{\delta\rho'}\cdot\frac{\delta\rho'}{\delta y} = \frac{y}{\rho}\cdot\frac{\delta\phi}{\delta\rho} + \frac{y}{\rho'}\cdot\frac{\delta\phi}{\delta\rho'}$$

بحيث تصبح المعادلة (6) بعد حذف التعابير المتطابقة والتقسيم على yd

$$\frac{\delta\rho}{\delta\rho'} = \pm k\frac{\delta\phi}{\delta\rho} \qquad (7)$$

وهذه هي المعادلة التفاضلية الجزئية التي يقتضي مكاملتها. نستعمل المتغيرات الجديدة

$$u=\frac{1}{2}(\rho+k\rho') \qquad ، \qquad v=\frac{1}{2}(\rho-k\rho')$$

بحيث $\rho'=\frac{u-v}{k}$ و $\rho=u+v$.

إذا كان $\psi(u,v)=\phi\left(u+v,\frac{u-v}{k}\right)$ ، فسيكون لدينا:

$$\frac{\delta\psi}{\delta u}=\frac{\delta\phi}{\delta\rho}+\frac{1}{k}\cdot\frac{\delta\phi}{\delta\rho'} \quad \text{و} \quad \frac{\delta\psi}{\delta v}=\frac{\delta\phi}{\delta\rho}-\frac{1}{k}\cdot\frac{\delta\phi}{\delta\rho'}.$$

وهكذا تعني المعادلة (7) مع إشارة + أن $\frac{\delta\psi}{\delta v}=0$ ومع إشارة – أن $\frac{\delta\psi}{\delta u}=0$.

تصبح معادلة المنحني المطلوب $\phi(\rho,\rho')=0$ بالإحداثيات مزدوجة القطبية $\psi(u,v)=0$ ، ومنه في الحالة الأول (إشارة +) ثابتة = u وفي الحالة الثانية (إشارة -) ثابتة = v. ونجد أخيراً المعادلتين:

$$\rho+k\rho'=\text{ثابتة}=a+kb$$

و

$$\rho-k\rho'=\text{ثابتة}=a-kb$$

اللتين تعرفان نوعي إهليجيات ديكارت.

وإذا ما عدنا إلى الإحداثيات الديكارتية، تأخذ هاتان المعادلتان الشكل

$$\sqrt{x^2+y^2}\pm k\sqrt{(x-d)^2+y^2}=c$$

أي:

$$\left(\left(1-k^2\right)\left(x^2+y^2\right)+2k^2xd+c^2-k^2d^2\right)^2=4c^2\left(x^2+y^2\right)$$

معادلة مضاعف التربيع مضاعف الدائرية ذي المركبتين المرتبطتين، اللذين هما منحنيان محدبان.

٤ – لم يعط ديكارت هذه المعادلة، لا في *Excerpta Mathematica*، ولا في *الهندسة*. يعطي ديكارت المنحني بطريقة تختلف عن الطرق التي اتبعها في *الهندسة*. ولا يعود غياب المعادلة على ما يبدو لنا، إلى ضعف بقدر ما يعود إلى طبيعة مسعى ديكارت. فقد حصل على إهليجياتيه في سياق حل مسألة من علم المناظر ولم يعرفها بالمعادلات وإنما انطلاقاً من خواص التناهي في الصغر. أتراه فكر في طريقة معكوس المماسات كمسلك ثالث للحصول على منحنيات بعضها جبرية؟ أم أنه كان يعرف تماماً، في الحالة موضع الدراسة هنا، أن المنحني الذي يحصل عليه جبري بدون حاجة إلى شرح الحساب. وعلى كل فلم يحاول أن يبرهن على أنه من الممكن الحصول على هذه المنحنيات كحلول لمسألة پاپوس.

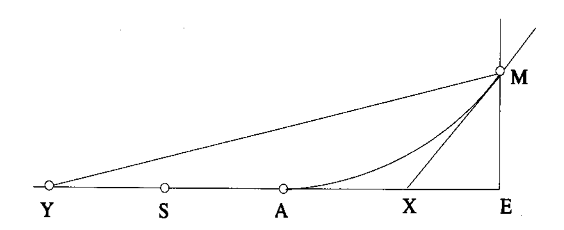
هناك حجة تدعم الجواب الإيجابي، نجدها في أجوبة ديكارت عن أسئلة دوبون (Debeaune)، وخاصة «عن السؤال الأول وهو سؤال، لا نجد نصه في مخطوطات دوبون، يمس المكان الهندسي المعرف بعلاقة بسيطة إذا ما قبلنا شهادة بوكراند (Beaugrand)، خريف ١٦٣٨، يتعلق الأمر في البداية بمشكلة إنشاء المماس يصيغها بوكراند على النحو التالي. لتكن A قمة المنحني وS منتصف AY، E مسقط نقطة ما M من المنحني وXM المماس في هذه النقطة؛ نفرض أن SE، EA وME على نسبة متصلة.

يبين بوكراند أن:

$$\frac{YE}{SA}=\frac{AE}{XA}$$

التي يمكن إعادة كتابتها

$$\frac{SE}{SA} = \frac{XE}{XA}$$



وهكذا فإن S وX مترافقتان متوافقتان بالنسبة إلى A وE.

نضع $SA = b$ ، $AE = x$ ، $EM = y$ ، $XE = s$ ما تحت المماس؛ لدينا:

$$s = \frac{x^2 + bx}{x + 2b} \qquad (*)$$

تعود المشكلة إلى إيجاد y انطلاقًا من s. كتب ديكارت إلى دوبون، في هذا الشأن في ٢٠ شباط/فبراير ١٦٣٩:

« يبدو لي برهان الخاصة الذي أرسلته لي، فيما يتعلق بمنحنياتك، جميلاً إلى حد يجعلني أفضله على تربيع القطع المكافئ لأرشميدس. فبينما يتفحص هو خطًا معطى فإنك تعيّن الفضاء المحتوي في خط لم يعط بعد ».

ويتابع:

« لا أعتقد أنه بالإمكان بصورة عامة إيجاد معاكس للقاعدة التي وضعتها، ولا لتلك التي يستخدمها السيد فرما أيضًا، رغم أن تطبيقها أسهل من تطبيق قاعدتي في حالات عديدة. إلا أنه من الممكن أن نستنتج منها بعديًا مبرهنات

تنطبق على كل الخطوط المنحنية المعبّر عنها بمعادلة لا تأخذ فيها إحدى الكميتين x أو y أكثر من بعدين في حين للأخرى ألف؛ وقد وجدتُ المبرهنات كلها تقريبًا عندما بحثتُ آنفًا خطك المنحني الثاني؛ ولما كنت قد كتبتها كلّها في مسودات لم أحتفظ بها فإني لا أستطيع إرسالها لك»[8].

ولكي يجد حلاً للمشكلة أعطى ديكارت قبليًا شكلاً لمعادلة المنحني المطلوب، وحسب تحت المماس، وحاول مطابقته على تحت المماس المقترح - وهنا s - بطريقة الأمثال غير المعيّنة (coefficients indéterminés)؛ فيحصل في النهاية على معادلة المنحني، وهو قطع زائد. ولتوضيح إجرائه سنطبّق خورزميته على مشكلة دوبون.

نضع:

$$y = Ax^m + Bx^{m-1} + \ldots + Mx + L \quad \text{و} \quad s = \frac{Ax^m + Bx^{m-1} + \ldots + Mx + L}{mAx^{m-1} + (m-1)Bx^{m-2} + \ldots + M}.$$

ثم نطابق مع $\frac{x^2 + x}{x+2}$ مع b = 1 في (*).

هذا مستحيل لأننا سنحصل على $Ax^{m+1} = mAx^{m+1}$ أو A = 0

(m = 1 يؤدي إلى $s = x + \frac{B}{A}$).

لنضع إذاً:

$$s = \frac{\left(Ax^m + Bx^{m-1} + \ldots + Mx + L\right)(x+p)}{\left(mAx^{m-1} + \ldots + M\right)(x+p) - \left(Ax^m + \ldots + L\right)} \quad \text{و} \quad y = \frac{Ax^m + Bx^{m-1} + \ldots + Mx + L}{x+p}$$

---

[8] المنحنيات التي ينظر في أمرها ديكارت هنا ذات معادلات من الشكل $y^2 = P(x)$ حيث P كثيرة حدود. تسمى الآن hyperelliptiques. ويلاحظ أن ديكارت قد فتش كذلك بعد أن يأتي ببعض المعادلات التفاضلية محاولاً مكاملتها: المعادلات من الشكل $2yy' = P'(x)$.

ونطابق، فنحصل على:

$$A = mA - A \quad \text{و} \quad m = 2,$$

ومن ثم:

$$y = \frac{Ax^2 + Bx + C}{x + p}, \; s = \frac{(Ax^2 + Bx + C)(x + p)}{(2Ax + B)(x + p) - (Ax^2 + Bx + C)}.$$

ونطابق، فنحصل على:

$$Ax^4 + (2A + B + pA)x^3 + (2Ap + 2B + pB + C)x^2 + (2pB + pC + 2C)x + 2pC \equiv$$
$$\equiv Ax^4 + (2Ap + A)x^3 + (Bp + 2Ap - C)x^2 + (Bp - C)x.$$

نحصل بالحساب على $B = 0$ و$p = 1$، ولدينا:

$$y = A \cdot \frac{x^2}{x + 1}$$

وهو حل المسألة.

تختلف إهليجيات ديكارت عن منحني دوبون الأول: فهي مضاعفة التربيع بينما هو قطع زائد. ثم إنها جبرية بينما ينتمي المنحني، مع أنه جبري، إلى زمرة من المسائل التي طرحها دوبون تحتوي على منحنيات عليا (transcendante). إلا أنه هناك ما يجمعها أيضاً. فالإهليجيات وهذا القطع الزائد مستوحاة من علم المناظر. يؤكد بوكراند، وهو شاهد عيني إن صح التعبير، أن مشكلة دوبون طرحت أثناء البحث عن تحديد المماس «التي ينبؤنا [دوبون] بحاجته إليها لأغراض تتعلق بعلم الانكسار»، ومن جهة أخرى فقد عرفت كل هذه المنحنيات - الإهليجية ومنحني دوبون - بخاصة مميزة للمماس وليس بمعادلاتها. وأخيراً يظهر أن الطريقة المتبعة في كلها هي نفسها: معكوس المماسات.

تصوّر ديكارت قبل سنة ١٦٢٩ أنه يمكنه الحصول على المنحنيات انطلاقًا من خواص المماس لهذه المنحنيات، مفترضًا تحديدها وليس من الخواص المميزة لنقاطها. هل كانت طريقة معكوس المماسات في حوزته آنذاك؟ لا شك أن الأمر لم يكن كذلك، لكنها كانت تتراءى له بين السطور، وبشكل حدس، عندما كان يتحدث عن الإهليجيات. ولكن الوضع اختلف في ١٦٣٧. ونعتقد أنه كان متمكنًا منها للوصول إلى إهليجياته. ولكن، وإذا كان الأمر كذلك، فلمَ لا يتكلم عليها في *الهندسة* عندما يعالج الإهليجيات؟ ولِمَ لم يضعها من بين الطرق التي أثبتها للحصول على المنحنيات؟

ما من أحد يجهل مدى وعورة، بل خطورة هذه الأسئلة السلبية عندما يتعلق الأمر بالتاريخ. إلا أنه يمكننا إذا ما سمح لنا بالمحاكمة طرح التفسير التالي: كان ديكارت يعرف أن طريقة معكوس المماسات تتيح الحصول على المنحنيات الجبرية منها والعليا - ولقد استعملها هو نفسه في مشكلة دوبون الثانية المؤدية إلى منحنٍ لوغاريثمي، ولم يقرر استعمال الطريقة المباشرة إلا عندما فشل في ذلك. وهذا ما تبيّنه على كل حال رسالته الشهيرة في ٢٠ شباط/فبراير ١٦٣٩. قد تكفي هذه الواقعة لنبذ الطريقة من *الهندسة* حيث لا تقبل إلا المنحنيات «الهندسية».

وقد يكون هناك سبب آخر لعدم إدخالها. كان من الواجب بالنسبة إلى ديكارت التقرير قبليًا فيما إذا كان المنحني الذي نحصل عليه بهذه الطريقة جبريًا أو غير جبري؛ وهذا ما يتطلب تملك وسائل مكاملة المعادلات التفاضلية، وبالتالي معرفة الروابط بين التفاضل والتكامل. والحال أن ما من شيء يشير إلى معرفة ديكارت بهذه الوسائل، التي ابتكرت من قبل آخرين أتوا بعده. أضف إلى ذلك أن تعلقه بتحت - المماس لم يكن بالعامل الذي يحث على هذه المعرفة. إن التعامل مع تحت المماس، إذا ما أردنا الاقتصار على التقنية وحدها - أثقل بكثير من التعامل مع ميل المماس. كان لا بد من انتظار لايبنتز لقلب الطريقة.

واختصاراً، فقد وضعت طريقة معكوس المماسات تحت تصرف ديكارت وسيلة تختلف عن تلك التي تقدمها الفرجارات ومسألة پاپوس له للحصول على منحنيات جديدة؛ ولكنه لم يكن يملك الأدوات التقنية ليقرر قبلياً فيما إذا كان المنحني الناتج جبريًا أم غير جبري. لقد كان في استطاعته استعمال هذه الطريقة هنا وهناك، ولكن ليس «بصورة عامة» كما يقول بالذات. وحقًا لم يكن في وسع فيلسوف المنهج تقبل هذا المنهج في هندسته للحصول على المنحنيات. ولذلك، ومع أنه كان على علم أن إهليجياته هي منحنيات جبرية، فقد أدخلها في آخر كتابه الثاني على نحو «صامت» وبدون أي شرح، إننا نتفهمه.

ثالثًا: تاريخ التحليل اللامحدود: من ديوفنطس إلى فرما*

إننا نجد المسائل غير المحددة[1] في رياضيات أقدم الحضارات فقد عرفها البابليون والمصريون. ويعطينا «لوح بليمبتون البابلي ٣٢٠» حلولاً مُنطَقة[2] للمعادلة $x^2 + y^2 = z^2$. وقد شكلت الأحداث الآتية تاريخ التحليل الديوفنطسي:

١- كتاب *المسائل العددية* لديوفنطس أو ما سيعرف باسم الأرثماطيقا (القرن الثاني من الميلاد تقريبًا) وهو مجموعة من ٢٩٠ مسألة، معظمها تحليل غير محدود. إن المحاولات السابقة لهيرون الإسكندرني ولأرشميدس لا تمثل تمهيداً لعمل ديوفنطس نفسه (مهدت مسألة العجول لأرشميدس لمعادلة بيل-فرما (Pell-Fermat) $(ax^2 \pm 1 = y^2)$.

٢- لم تظهر إسهامات أخرى بعد ديوفنطس حتى أبي كامل شجاع بن أسلم في القرن التاسع الميلادي.

ثم استفاد التقليد الديوفنطسي - على يد الكرجي - بالجبر الذي كان قد ظهر للوجود في القرن التاسع الميلادي، وبما قام به أبو كامل خاصة. وبفضل الخازن تطور التحليل الديوفنطسي مع الجبر وضده في آن: عندئذٍ بدأ البحث عن حلول

---

* نقلها من الفرنسية إلى العربية الأستاذ س. خشبة.

[1] يستخدم الرياضيون أيضًا تعبير المسائل غير المعيّنة أو غير المحددة، وكان رياضيو العصور الوسطى العرب - ثقافة أو أصلاً - يقولون المسائل السيّالة.

[2] درج الرياضيون في مصر على استخدام مصطلح حل نسبي وعدد نسبي.

بالأعداد الصحيحة للمعادلات فلم تعد الخوارزميات[3] تكفي وظهرت الحاجة إلى البراهين. لقد دفع اليزدي (نهاية القرن السادس عشر وبداية السابع عشر) بنظرية للأعداد، وتوصل إلى نتائج سيتوصل إليها فرما فيما بعد مستقلاً. أما بالنسبة إلى أعمال فيبوناتشي المسمى ليونار دي بيزا (Fibonacci /Léonard de Pise) (بداية القرن الثالث عشر) وبخاصة في كتاب *Liber Quadratorum* فهي تمثل امتداداً لاتينياً لأعمال الخازن.

٣- عمل باشيه دي ميزيرياك (Bachet de Méziriac) على التحليل غير المحدود من الدرجة الأولى عام ١٦٢٠ م تقريبًا. ثم اكتشف فرما (١٦٠١-١٦٦٥م) النزول اللانهائي، وهي وسيلة قوية وفعّالة في التحليل الديوفنطسي، وفي دراسة نظرية الأعداد، وهي أول نظرية أرثماطيقية في التحليل الديوفنطسي. وتبع أويلر فرما ونجد عنده دراسة لبعض معادلات الدرجة الثانية، وسيبلور لاجرانج (Lagrange) فيما بعد نظرية لمعادلات الدرجة الثانية؛ وبهذا ينتهي التحليل الديوفنطسي الكلاسيكي (تشير كلمة «كلاسيكي» إلى أنه تحليل سابق على دخول الهندسة في نطاقه). إن التحليل الديوفنطسي يشكل مع الهندسة والتقريبات الديوفنطسية قسماً أساسيًا من الرياضيات الحديثة.

١ - أرثماطيقا ديوفنطس

لا نعرف أي شيء عن حياة ديوفنطس سوى أنه إسكندراني عاش - وفقًا لشهادتين متأخرتين - بعد إبسيقلس (القرن الثاني قبل الميلاد) وقبل ثيون الإسكندراني في القرن الرابع بعد الميلاد. عاش ديوفنطس إذن - على وجه الفرض - بين القرنين الثاني والثالث بعد الميلاد. ويُعَدّ كتاب *المسائل العددية* أهم عمل له، وهو يقع في ثلاثة عشر جزءاً، وصلنا منها ستة أجزاء باليونانية وسبعة بالعربية. وتتوافق الأجزاء الثلاثة الأولى في نسخها العربية واليونانية. وفي حين

[3] درج الرياضيون على استخدام مصطلح الألغوريتمات (التحوير الأجنبي اللاتيني لاسم الخوارزمي).

تُمَثّل الأجزاء العربية الأربعة الأخيرة بقيةَ الكتب الثلاثة الأولى، ولا نعرف ترتيباً للكتب الثلاثة اليونانية اللاحقة، باستثناء الأخير الذي نعرف أنه بالفعل آخر جزء. وقد عرفنا الأجزاء العربية الثلاثة الأولى بشكل غير مباشر؛ فقد ضاعت النسخ الأصلية. والترجمة العربية لعمل ديوفنطس هي لقُسطا بن لوقا (٨٧٠ ميلادية) ولنلاحظ أن جبر الخوارزمي كان قد ظهر عام ٨٣٠ ميلادية. وكانت ترجمة قسطا ترجمةً جبرية؛ فبينما عنوان الكتاب باليونانية προβλήματα ἀριθμητικά «المسائل العددية» يسميه قُسطا «صناعة الجبر».

ويشتمل كتاب *المسائل العددية* على مجموعة من المسائل المتتالية لا يفسّر تتابعَها نظامٌ ما. وهناك جدل حول تفسير هذا العمل منذ القرن التاسع عشر؛ فهناك من يرى أن عمل ديوفنطس ما هو إلا حساب يوناني بالأعداد الصحيحة (علم العدد اليوناني) والبعض الآخر يرى أن العمل ينطوي على هندسة جبرية.

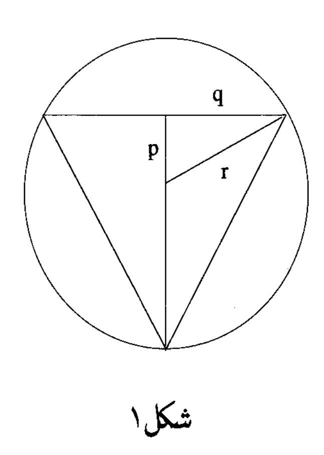
مثال: المسألة II.8 وهي المعادلة $x^2 + y^2 = a^2$ (حيث إن $a = 4$).

التفسير الأول للمعادلة: نفترض أن $x = t$ وبالتالي $y^2 = a^2 - t^2$ ، ونضع $y = ut - a$ مع $u = 2$ وهكذا نستنتج أن $(ut - a)^2 = a^2 - t^2$، الخ.

التفسير الثاني للمعادلة: ولتكن $f(x, y) = x^2 + y^2 - a^2$. تسعى المسألة إذن إلى إيجاد نُقَط مُنطَقة من الدائرة معادلتُها $f(x, y) = 0$. يمكننا أن نقول إن ديوفنطس يسعى إلى إيجاد المعادلة البارامترية للدائرة من خلال مجموعة من الخطوط المستقيمة:

$$\begin{cases} x = t \\ y = ut - a \end{cases}$$

تفسير ثالث (بناءً على ما نعرف عن تاريخ الرياضيات): لقد بحث البابليون (في سنة ٢٠٠٠ ق.م تقريبًا) في المثلثات العددية أو الفيثاغورية، وحاولوا أن يجدوا «مثلثًا متناظراً يقع في دائرة بحيث يقطع مركزُ الدائرة ارتفاعَ المثلث بنسبة النصف من القاعدة» (لوح بليمبتون ٣٢٠-٣٢١، الذي حققه نوجوباور (Neugebauer).



شكل ١

وتشير t إلى العلاقة التي نبحث عنها. أما $q + r$ فهي تعبر عن الارتفاع، بينما تشير q إلى نصف القاعدة (انظر شكل ١ أعلاه). المطلوب إذن هو إيجاد p وq، حيث إن $p + r = tq$. إن بين أيدينا مثلثًا فيثاغوريًا (p, q, r)، وبالتالي $q^2 + (tq - r)^2 = r^2$ إذن $(t^2 + 1)q^2 = 2trq$، وأخيراً

$$p = \frac{(t^2 - 1)r}{t^2 + 1}, \qquad q = \frac{2tr}{t^2 + 1}.$$

ها نحن قد حللنا المسألة II.8. وبالإضافة إلى ذلك لو أننا انطلقنا من مسلمة $r = t^2 + 1$، فإننا سنحصل على ثلاثية $(q = 2t, p = t^2 - 1, r = t^2 + 1)$؛ ولكن هذه الثلاثية كثيراً ما يستخدمها ديوفنطس وهو الأمر الذي جعل البعضَ ينظر إلى الإسهام البابلي على أنه أصلُ أعماله. غير أن هذه المقاربة لا تصلح مع مسائل مشابهة مثل (IV.1, IV.2) $x^3 \pm y^3 = z^2$ أو $(y^3 = x^3 - ax^2)$. ثم إن كتاب *المسائل العددية* لا يحتوي على أي أثر للهندسة.

ويقول البعض إن ديوفنطس لا يضع منهجًا لحل مسائله (هكذا يرى هانكل Hankel مثلاً). وعلى العكس من ذلك، هناك وجهة نظر أخرى تقول إن هناك منهجاً

أو مجموعة محددة من المناهج يحويها كتاب ديوفنطس، تسمح بحلّ كلّ المسائل من النوع الذي عرضنا له. وأغلب هذه المسائل يمكنها أن تُترجم إلى معادلة (أو أكثر) صيغتُها: $F(x_1, \ldots, x_n) = 0$، وبالتالي فإننا سنحصل على:

١- منهج الحبل

لنفترض معادلة من الدرجة الثانية لا يمكن ردها إلى ما هو أبسط ذات حيثيات جبرية في نطاق $\mathbb{Q}$:

$$F_2\,(x, y) = 0.$$

تصف هذه المعادلة خطًا منحنيًا مستويًا من الدرجة الثانية. إن منهج الحبل يقوم على تصور مجموعة من الخطوط المستقيمة التي تمر بالنقطة المُنطقة $M_0 = (x_0, y_0)$ من الخط المنحني. أما معادلات الخطوط المستقيمة فشكلها $y - y_0 = k(x - x_0)$، أو بشكل البارامتر:

$$\begin{cases} x = t + x_0 \\ y = kt + y_0 \end{cases}.$$

سيكون إذن من السهل أن نبرهن على أن نقطة التقاطع الأخرى مع الخط المنحني على كل واحد من الخطوط المستقيمة هي نقطة مُنطقة (نظرية هورفتز - بوانكاريه Hurwitz-Poincaré). من المؤكد أن

$$F_2\left(x_0 + t, y_0 + kt\right) = F_2\left(x_0, y_0\right) + tA\left(x_0, y_0\right) + ktB\left(x_0, y_0\right) + t^2C\left(x_0, y_0, k\right).$$

ستساوي إذن قيمة نقطتي التقاطع: $t = 0$ (نقطة M_0) و

$$. \ t=-\frac{A(x_0,y_0)+kB(x_0,y_0)}{C(x_0,y_0,\ k)}$$

وإذا أرجعنا هذه القيمة الأخيرة لـ t إلى صيغة x وy ، فسنحصل على بارامتر مُنطق للخط المنحني، أي $x=\phi(k)$ و $y=\psi(k)$ بحيث:

$$F_2\left(\phi(k),\quad \psi(k)\right)=0$$

و

$$K=\chi(x,y)$$

ومن هنا برهنّا أن كل خط منحني من الدرجة الثانية في نطاق $\mathbb{Q}$ وله نقطة مُنطقة يساوي – على نحو ثنائي النطق – مستقيماً.

٢- منهج الحبل المار بنقطة لانهائية

لتكن المعادلة:

$$y^2=ax^2+bx+c$$

والتي نكتبها بإحداثيات متشابهة كالآتي $x=\frac{X}{Z},\quad y=\frac{Y}{Z}$:

$$. \ Y^2=aX^2+bXZ+cZ^2$$

إن النقطتين $(1, a, 0)$ و$(1, -a, 0)$ هما نقطتان منطقتان للخط المنحني. فلنتأمل حزمة المستقيمات التي تمر بالنقطة $(1, a, 0)$ ولنطبق منهج الحبل. سيكون شكل معادلات هذه المستقيمات:

$$\begin{cases} X = T \\ Y = aT - \gamma Z \end{cases}$$

حيث إن γ بارامتر. وعلينا بلغة الإحداثيات غير المتشابهة أن نعتبر الخطوط المتوازية خطوطًا متقاربة معادلتُها (حيث إن $t = \frac{T}{Z}$):

$$\begin{cases} x = t \\ y = at + \gamma \end{cases}$$

حيث إن γ بارامتر. سنحصل إذن على نقطة التقاطع المتغيرة:

$$. t = \frac{c - a^2}{2\gamma a - b}$$

ولنقم بنقل قيمة t هذه إلى x وy إلخ.

٣ - منهج المساواة المُثَنّاة من الدرجة الأولى

ليكن نظام المعادلات (المسألة II.11 لديوفنطس):

$$. \begin{cases} ax + b_1 = y_1^2 \\ ax + b_2 = y_2^2 \end{cases}$$

ونُسقط الخط المنحني الذي يصفه هذا النظام على السطح $x = 0$:

$$. b_1 - b_2 = y_1^2 - y_2^2$$

ولتكن $c = b_1 - b_2$ ؛ ونجعل c على الصورة التالية $c = k\frac{c}{k}$ ونطابق هذه العبارة بـ

$$y_1^2 - y_2^2 = (y_1 - y_2)(y_1 + y_2) ،$$

من ثَمّ

$$\begin{cases} y_1 - y_2 = k \\ y_1 + y_2 = \frac{c}{k} \end{cases}$$

والتي تعطينا إحداثيات منطقة للنقطة بالنسبة إلى البارامتر k:

$$\begin{cases} y_1 = \frac{k^2 + c}{2k} \\ y_2 = \frac{k^2 - c}{2k} \end{cases}.$$

وهنا مرة أخرى تحصل على البارامتر المنطق لتكافؤ ثنائي مُنطق بين الخط المنحني والخط المستقيم.

٤ – منهج المساواة المُثنّاة من الدرجة الثانية

ليكن نظام المعادلات:

$$\begin{cases} a_1x^2 + b_1x + c_1 = y_1^2 \\ a_2x^2 + b_2x + c_2 = y_2^2 \end{cases} \qquad (١)$$

والتي تصف خطاً منحنياً من الدرجة الرابعة من جنس ١ (ستكون هذه المسألة واحدة من الاهتمامات الأساسية لفرما). سنبدأ أولاً بالرجوع إلى حالة $a_1 = a_2 = 1$ ولنُوَحِّد:

$$\begin{cases} a_1x^2 + b_1xz + c_1z^2 = y_1^2 \\ a_2x^2 + b_2xz + c_2z^2 = y_2^2 \end{cases}.$$

لنفترض أننا حصلنا على حل مُنطق (u, v_1, v_2, w). ومن خلال تغيير المتغيرات نحصل على:

$$\begin{cases} x = uX + wZ \\ z = wZ - uX \\ y_1 = Y_1 \\ y_2 = Y_2 \end{cases}$$

سيتحول نظام المعادلات إذن إلى:

$$\begin{cases} Y_1^2 = v_1^2X^2 + \beta_1XZ + \gamma_1Z^2 \\ Y_2^2 = v_2^2X^2 + \beta_2XZ + \gamma_2Z^2 \end{cases}.$$

وأخيراً بوضع $Y_1 = v_1Y_1'$ و $Y_2 = v_2Y_2'$، سنحصل على:

$$\begin{cases} Y_1'^2 = X^2 + \beta_1XZ + \gamma_1Z^2 \\ Y_2'^2 = X^2 + \beta_2XZ + \gamma_2Z^2 \end{cases}.$$

في نظام المعادلات (١) يمكننا من الآن فصاعداً أن نفترض $a_1 = a_2 = 1$:

$$\begin{cases} x^2 + b_1x + c_1 = y_1^2 \\ x^2 + b_2x + c_2 = y_2^2 \end{cases}. \qquad (٢)$$

سنطبق على هذا النظام منهج المساواة المُثنّاة. ولنطرح عضواً عضواً:

$$y_1^2 - y_2^2 = (b_1 - b_2)x + (c_1 - c_2).$$

وبتحويل المتغير $s = (b_1 - b_2)x + (c_1 - c_2)$، ستصبح هذه المعادلة: $y_1^2 - y_2^2 = s$، وهي معادلة تصف سطحًا تربيعيًا. لنتعامل معها إذن بنفس منهج المعادلة السابقة ولنكتبها هكذا:

$$\begin{cases} y_1 + y_2 = \lambda \\ y_1 - y_2 = \dfrac{s}{\lambda} \end{cases}$$

أي:

$$\begin{cases} y_1 = \dfrac{1}{2}\left(\lambda + \dfrac{s}{\lambda}\right) \\ y_1 = \dfrac{1}{2}\left(\lambda - \dfrac{s}{\lambda}\right) \end{cases}.$$

تصف هذه المعادلات حزمة من المستقيمات $D(\lambda)$ التي يوحدها السطح التربيعي. لقد تحول نظام المعادلات (٢) نتيجة لتغير المتغير s إلى نظام المعادلات الآتي:

$$\begin{cases} y_1^2 = a^2 s^2 + bs + c \\ y_1^2 - y_2^2 = s \end{cases}.$$

إن نقاط تقاطع كل مستقيم من $D(\lambda)$ مع السطح الذي معادلته $y_1^2 = a^2 s^2 + bs + c$ تعبّر عنها المعادلة $R(s) = 0$ حيث إن:

$$. R(s) = \frac{1}{4}\left(\lambda + \frac{s}{\lambda}\right)^2 - \left(a^2 s^2 + bs + c\right) = s^2 \frac{1}{4\lambda^2 - a^2} + s\left(\frac{1}{2} - b\right) + \frac{\lambda^2}{4} - c$$

وستكون هذه النقاط ذات إحداثيات منطقة فقط لو أن حلول المعادلة منطقة؛ بمعنى عندما يكون المميز $\Delta(\lambda)$ مربعاً، ولكن

$$. \lambda^2 \Delta(\lambda) = a^2 \lambda^4 + \gamma \lambda^2 + \varepsilon$$

هكذا نجد أنفسنا وقد عدنا إلى محاولة العثور على النقاط المُنطقة على مسطح رباعي مستوٍ شكلُه:

$$Y^2 = \alpha^2 X^4 + \gamma X^2 + \varepsilon \qquad (٣)$$

ولكن زوج (λ, μ) مُنطَق مثل $\Delta(\lambda) = \mu^2$ نضع له:

$$. r(\lambda, \mu) = \frac{\lambda^2 (2b - 1) + 2\lambda\mu}{1 - 4\lambda^2 a^2}$$

عندئذٍ سيعطي كل زوج حلاً مُنطقاً من (٢):

$$. \begin{cases} s = r(\lambda, \mu) \\ y_1 = \frac{1}{2}\left(\lambda + \frac{r(\lambda, \mu)}{\lambda}\right) \\ y_2 = \frac{1}{2}\left(\lambda - \frac{r(\lambda, \mu)}{\lambda}\right) \end{cases}$$

فإذا عكسنا نكون قد عرّفنا تكافؤاً ثنائياً منطقاً بين الخط المنحني من الدرجة الرابعة الذي يصفه نظامُ المعادلات (٢) والمستوي الذي يصفه نظام المعادلات (٣). ويمكننا كي نجد نقاطاً مُنطقة من (٣) أن نستخدم أحد أشكال منهج الحبل الرباعي، ولن نستخدم حزمةً من المستقيمات بل من المخروطات، وبالتحديد من خلال مخروطات يكون تناجُها مع الخط المنحني من الدرجة الرابعة معادلةً من الدرجة الأولى. وهكذا نحصل من خلال حزمة المخروطات هذه على بارامتر الخط المنحني شكله تكعيبي $\eta^2 = F(\xi)$.

مثال على المساواة المُثناة من الدرجة الثانية: (المسألة IV.23 لديوفنطس)

$$\begin{cases} y_0^2 = xyz - x \\ y_1^2 = xyz - y \\ y_2^2 = xyz - z \end{cases}$$

افترض ديوفنطس أن $y = 1$ و$z = x + 1$ ، وهكذا فلو $y_0 = x$ فسيصبح النظام:

$$\begin{cases} y_1^2 = x^2 + x - 1 \\ y_2^2 = x^2 - 1 \end{cases}$$

والتي نحلها بالمنهج السابق أعلاه.

إننا لا نقول إن ديوفنطس كان يتعامل تماماً مثلما بيّنا؛ ولكننا استخدمنا ذلك للعثور على الخوارزميات التي ربما كانت بحوزته. فلو أننا نضونا كل الأردية الهندسية والجبرية لهذه المناهج، فستتبقى لنا الخوارزميات التي كان يتعامل بها

ديوفنطس. وهذه المناهج الأربعة أو الخوارزميات تسمح بحل معظم مسائل كتاب *المسائل العددية*. ومن ناحية أخرى يُظهر كتاب الأرثماطيقا بوضوح تناولاً حسابياً، وذلك لأن ديوفنطس لا يبرهن أبداً. ويقول بعض الزملاء الروس، وأيضاً أندريه ويل (André Weil)، إن ديوفنطس كان يمارس الهندسة الجبرية، لكننا لسنا بحاجة إلى هذا الرأي.

تحدي ديوفنطس:

في الجزء السادس من الترجمة العربية، يجد ديوفنطس حلاً للمعادلة $y^2 = x^6 + x^2 + 1$ (المسألة VI.17). ابحث عن حل آخر.

ما الهدف الذي كان يبغي ديوفنطس؟ كان الرجل يريد تأسيس «نظرية حسابية» عناصرها:

- العدد كمجموعة وحدات،
- الكسر ككسر لمقدار (وهو ما نجد من قبل ذلك عند أقليدس) ولكن أيضاً كنوع من العدد.

إن كلمة نوع (εἶδος) تغطي قوى لتعددية من الوحدات (مُربع المجهول أو مكعب المجهول ومربع ٢ إلخ). فكانت هناك ثلاثة أنواع فقط:

- نوع العدد المشارك للوحدة
- نوع المربع
- نوع المُكَعَّب

ولهذا لا نجد عند ديوفنطس x^5 (إلا في حالات خاصة جداً) ولا نجد أيضاً x^7، بينما تقع x^6 ضمن النوعين التربيعي والمكعب على السواء.

انظر مبدأ أرسطو حول القسمة في الجزء Δ من كتاب الميتافيزيقا.

ليس بوسعنا إذن أن نجد ضمن اصطلاحات ديوفنطس ما يشير إلى متعدد الحدود. وبالإضافة إلى ذلك ليس ἄλογος ἀριθμός غير محدود في حد ذاته إنما هو كذلك على نحو مؤقت، ويصبح محدوداً في آخر المسألة.

إذن فإن كتاب الأرثماطيقا (*المسائل العددية*) يقوم على تركيب هذه الأنواع، الواحد مع الآخر، وعلى تنظيم هذا التراكب. ولكن هذا النظام تعيبه بعض الاستثناءات؛ فمثلاً، عقب المعادلة $x^2 + y^3 = z^3$ والمعادلة $x^3 + y^3 = z^2$ لا نجد المعادلة $x^3 + y^3 = z^3$. (ولبيان هذا النقصان انظر نظرية فرما الكبيرة). ثم إن حل المعادلة من وجهة نظر ديوفنطس هو سعي نحو التوصل إلى نوع واحد فقط يعادل نوعًا واحداً. هو إذن عمل عن قصد ويخضع لعدة قيود تفرض من ضمن ما تفرض التوصل إلى حلول مُنطقة. وفي الحالات التي توجد فيها كمياتٌ صمٌّ تتبع قيمة البارامتر في بيان المسألة، يقوم ديوفنطس بإقصائها ويمنح تلك البارامترات قيمًا مناسبة. ولا يعترف ديوفنطس أبداً إلا بحل واحد للمسألة.

وحيث إننا نجد أحيانًا مسائل محدودة، فذلك يؤكد أن ديوفنطس لا يفرق تفرقة واضحة بين المحدودة وغير المحدودة.

وعلى الرغم من أن ديوفنطس كان يستبدل ويُقصي ويُخَفّض الأنواع؛ أي كان يستخدم أساليب يمكن أن نقول عنها إنها جبرية، إلا أن بحثه ليس بحثًا جبرياً. وبالإضافة إلى ذلك، كان الرجل يعمل في نطاق $\mathbb{Q}+$ (الأعداد المنطقة المُوجَبة) ممّا يسبّب مشاكل في الحسابات.

٢ - ما موقع ديوفنطس من الرياضيات اليونانية؟

لقد كان البابليون يدرسون ثلاثيات العناصر الفيثاغورية. ومن خلال ما دُوِّن على لوح بليمبتون ٣٢٢ يمكننا أن نستشف مع Neugebauer أنهم كانوا

يحصلون على الثلاثيات عن طريق الخاصية (التي نجدها عند أقليدس ثم عند ديوفنطس - الكتاب السادس).

الخاصية (١): لتكن $(x, y) = 1$ ، $x, y, z \in \mathbf{N}^*$ وx زوجية. في هذه الحالة ستكون (x, y, z) ثلاثية عناصر فيثاغورية إذا، وفقط إذا وُجِد p, q، أحدهما زوج والآخر فرد حيث:

$$(p,q)=1, \quad p>q, \quad x=2pq, \quad y=p^2-q^2, \quad z=p^2+q^2.$$

واستخدم البابليون أيضًا ثلاثيات العناصر الفيثاغورية لتكوين ثلاثيات عناصر بابلية (u, v, w) مثل $u^2+v^2=2w^2$. لو أن (x, y, z) فيثاغورية، فستكون إذن $(u=y-x, \quad v=y+x, \quad w=z)$ بابلية. وبافتراض $q=n$، $p=n+1$، مع $n=1,2,3,4$، فإننا سنحصل على الجدول الآتي:

n	x	y	z	u	v
1	3	4	5	1	7
2	5	12	13	7	17
3	7	24	25	17	31
4	9	40	41	31	49

وسنعثر باستمرار على الثلاثيات $n=1,2,4$ حتى Viète . وأخيراً بوضع $a=2xy$ نرى كيف أن الثلاثيات البابلية تمثل نظامًا من المعادلات شكله:

$$\begin{cases} w^2+a=v^2 \\ w^2-a=u^2 \end{cases}.$$

وهذا النظام يعبّر عن مسألة الأعداد المُتطابِقة[4] ، التي نجدها عند

[4] ويقال أيضًا الأعداد المتكافئة.

ديوفنطس. وحل هذه المسألة يسمح أيضًا بحل المسألة الآتية:

مسألة: هل يوجد مثلث عددي قائم الزوايا (x, y, z) أربعة أضعاف مساحة سطحه $(2xy)$ تساوي عدداً معيّنًا؟ جِدْ أضلاع هذا المثلث.

إن البحث عن مقاييس مثلث كهذا سيؤدي إلى البحث عن القيود على عدد الـ a في نظام المعادلات الموجود أعلاه. وسنجد ذلك لاحقًا عند الخازن ثم عند فيبوناتشي.

إن أول تحليل لمعادلة من الدرجة الثانية والذي تعبر عنه المعادلة:

$$\left(p^2+q^2\right)\left(r^2+t^2\right)=\left(pr\pm tq\right)^2+\left(tp\mp rq\right)^2$$

استخدمه ديوفنطس وبرهن عليه الخازن فيما بعد . ونجده قبل ذلك في لوح سوز T حيث تم استخدامه بغرض إنتاج ثلاثيات بابلية جديدة.

مثال: (بأسلوب العد الستيني) ووفقًا للثلاثي البابلي:

$$u=0;15$$
$$v=1;45$$
$$w=1;13$$

بالتناسب مع $(1,7,5)$ ومع الثلاثي الفيثاغوري:

$$0;36$$
$$0;48$$
$$0;60$$

وبالتناسب مع (3,4,5) ومع تطبيق الصيغة الموجودة أعلاه، نحصل على ثلاثي بابلي جديد :

$$u_1 = 0;36 \times 1;45 - 0;48 \times 0;15 = 0;51$$
$$v_1 = 0;48 \times 1;45 + 0;36 \times 0;15 = 1;33 \; .$$
$$w_1 = 1;13 \times 0;60$$

لقد كان البابليون إذن يدرسون المسائل العددية. وليس من المدهش أن ينتقل بعض اجتهادهم إلى الإغريق في القرنين السادس والخامس قبل الميلاد . كيف تم هذا الانتقال؟ هذه مسألة أخرى!

إن الشهادات الوحيدة على الفيثاغوريين هي شهادات متأخرة عن نيقوماخوس الجرشي (Nicomaque de Gérase من القرن الأول الميلادي). لقد خَبَّرنا Eudème – الذي عرفنا أعماله بشكل غير مباشر من خلال برقلس (Proclus) – عن أسلوب فيثاغوري لتكوين مثلثات عددية قائمة الزاوية وهو منهج تُعَبِّر عنه الصيغة التالية (حيث m فردية):

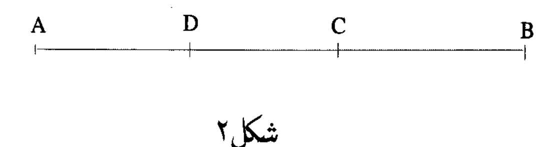
$$\left(\frac{m^2+1}{2}\right)^2 = m^2 + \left(\frac{m^2-1}{2}\right)^2 .$$

ومن خلال هذه المعادلة نحصل على ثلاثية $\left(m, \frac{m^2+1}{2}, \frac{m^2-1}{2}\right)$. وقد جعل الأفلاطونيون هذا المنهج يشمل حالة وجود ضلع زوجي في المسألة، وكوّنوا ثلاثية $\left(2m, m^2-1, m^2+1\right)$.

ولكن هذه الأساليب لا تتيح لنا كل الحلول الصحيحة للمعادلة $x^2+y^2=z^2$. (لاحظ أن هذه الصيغ لا تعتمد إلا على بارامتر واحد، بينما يلزمها اثنان، كما تشير الخاصية ١). وعلى الرغم من ذلك، فلو افترضنا أن m مُنطقة في المعادلات

المذكورة أعلاه، فإننا سنحصل على كل الحلول الصحيحة.

في مبرهنة تمهيدية في الكتاب العاشر من الأصول لأقليدس (الفرضية ٢٨، القضية ١) نجد الأسلوب الذي يرتكز على الخاصية (١) الذي يعطي كل الحلول العددية الصحيحة. ويمثل أقليدس الأعداد بخطوط مستقيمة (انظر شكل ٢).



شكل٢

اعتبر أقليدس أن $AB = mnp^2$ و $BC = mnq^2$، وافترضهما زوجيين وفرديين في آن. كما افترض أن $AB - BC$ زوجيًا. ولتكن $AD = \frac{AB - BC}{2}$، إذن ووفقًا لـII.6 ستكون $AB \cdot BC + CD^2 = BD^2$ بمعنى:

$$mnp^2 \cdot mnq^2 + \left(\frac{mnp^2 - mnq^2}{2}\right)^2 = \left(\frac{mnp^2 + mnq^2}{2}\right)^2 .$$

وإذا قسمنا هذا على $(mn)^2$، فسنجد:

$$(2pq)^2 + (p^2 - q^2)^2 = (p^2 + q^2)^2 .$$

وهذا الأسلوب يختلف عن الرياضيات الفيثاغورية؛ ذلك لأننا هنا أمام برهان على الخوارزمية (بينما نكرر أن ديوفنطس لم يكن يبرهن). وقد أكمل الخازن هذا البرهان. وبوجه عام سيكون البحث في القرن العاشر الميلادي عن حلول صحيحة وعن براهين أقليدية (حيث يُعبَّر عن العدد بخطوط مستقيمة) من متطلبات

العمل في بعض اتجاهات البحث الرياضي. وهو توجه محافظ ومجدد في آن واحد، وسيؤدي إلى ظهور التحليل الديوفنطسي الصحيح.

وطرح برقلس في شرحه لجمهورية أفلاطون مسألة تعبّر عنها المعادلة $x^2 = 2y^2 \pm 1$ وهذه المعادلة حالة خاصة من معادلة فرما:

$$x^2 - ay^2 = \pm 1 .$$

وكان فرما قد طرح هذه المسألة في القرن السابع عشر كتحد للرياضيين الإنجليزيين Wallis وBrouncker. وأعطى برقلس حلولاً خاصة $(3, 2)$ و$(7, 5)$ ثم عرض الاعتبارات الآتية: وضع $x_1 = 1$ ، $y_1 = 1$ ، وتحقق هاتان القيمتان المعادلة $y_1^2 - 2x_1^2 = -1$. ثم افترض أن:

$$x_2 = x_1 + y_1$$
$$y_2 = 2x_1 + y_1$$

إن هاتين القيمتين تبرهنان على أن:

$$y_2^2 - 2x_2^2 = 2x_1^2 - y_1^2 = 1 .$$

ولنذهب أبعد مما ذهب إليه برقلس ولنفترض أن:

$$x_n = x_{n-1} + y_{n-1}$$
$$y_n = 2x_{n-1} + y_{n-1}$$

سنحصل إذن على:

$$y_n^2 - 2x_n^2 = 2x_{n-1}^2 - y_{n-1}^2 = (-1)^n .$$

وبهذا الشكل من التناول نحصل بالفعل على $(x_3, y_3) = (7,5)$ و$(x_2, y_2) = (2,3)$.

ومن ناحية أخرى نحصل بنفس هذه الطريقة على متتالية $\left(1, \frac{3}{2}, \frac{7}{5}, \ldots\right)$ من تقريبات

الـ $\sqrt{2}$. من الصعب أن نسند تناولاً كهذا إلى أفلاطون الذي لم يكن بمقدرته بالطبع أن يقوم بالاستقراء، إلا أن هذا التناول يسمح بالحصول على تقريب $\sqrt{3}$ الذي استخدمه أرشميدس: $\frac{256}{153}$. زد على ذلك أن مسألة العجول الشهيرة لأرشميدس تؤدي أيضًا إلى معادلة من معادلات فرما.

إن المسائل التي ذكرناها أعلاه، السابقة على ديوفنطس، لا يمكن أن تفسر جمع الـ ٢٩٠ مسألة المكّونة لكتاب *المسائل العددية* والمحلولة وفقًا لمناهج معيّنة. لقد كان ديوفنطس نفسه يقول إنه يريد أن يؤسس نظرية حسابية. وفي مقدمة الكتاب الأول يقول إنه سيذهب من الأبسط إلى الأعقد. وبالفعل يحتوي الكتاب الأول على مسائل محدودة، بينما يشتمل الكتاب الثاني على مسائل غير محدودة من الدرجة الثانية، والثالث على مسائل غير محدودة من الدرجة الثالثة، وتزداد المسائل تعقيداً في الكتب التالية. إن ترتيب العرض هذا يشير إلى اختيار تعليمي، ولكنه يشير أيضًا إلى استحالة تأسيس النظرية على أساس مجموعة من البديهيات (فالأمر يتعلق بالحساب وليس بالهندسة). إن ديوفنطس يَدرس أحيانًا مسائل غاية في التعقيد، ولكنه في نهاية الأمر يعطي الحل الأصغر في نطاق $\mathbf{Q}^*_+$.

يمثل كتاب *المسائل العددية* لديوفنطس إذن حدثًا استثنائيًا، وظل الأمر كذلك حتى تطوُّر الرياضيات العربية في القرن التاسع الميلادي.

٣- خلفاء ديوفنطس

إن كتاب *المسائل العددية* لديوفنطس أفضل بكثير، من الناحية التقنية، من كتاب *الجبر* للخوارزمي. ولكن الجبر جلب معه علمًا جديداً هو بوجه ما حساب المجاهيل. وتدور فكرة الخوارزمي حول تصنيف قبلي للمعادلات من الدرجة الأولى حتى المعادلات الأعلى من الدرجة الثانية، وحول البرهنة على الخوارزميات بلغة

هندسية، ولا توجد معادلات غير محدودة عند الخوارزمي. وقد تُرجم كتاب *المسائل العددية* ببغداد في سنة ٨٧٠ ميلادية تقريبًا. وفي نفس هذه الحقبة، كرّس أبو كامل في القاهرة فصلاً من كتابه في الجبر لبحث المعادلات غير المحدودة أو السيالة من التحليل الديوفنطسي، واشتمل بحثُه على ٣٩ معادلة. ولا نعرف إن كان أبو كامل قرأ ديوفنطس أم لا. وهو يقول عن الخمس وعشرين مسألة الأولى إن هذه المسائل ومثيلاتها يمكن أن يكون لها حلول لانهائية.

مثال: المسألة ١٩.

$$8x - x^2 + 109 = y^2 .$$

وبشكل أكثر عمومية لننظر في المعادلة: $ax - x^2 + b = y^2$.

كتب أبو كامل هذه المعادلة على الصورة التالية:

$$y^2 + \left(\frac{a}{2} - x\right)^2 = b + \left(\frac{a}{2}\right)^2 .$$

لو أن $b + \left(\frac{a}{2}\right)^2$ مجموع مربعين، عندئذٍ نحصل على حل يتيح لنا، عن طريق منهج الحبل، الحصول على حلول لا نهاية لعددها. وإلا فالمسألة غير مُنطقة ولا حل لها. إننا نجد هنا من جديد ما ذكرناه سابقًا: إن كل خط منحنٍ من الدرجة الثانية هو مكافئ بتطبيق ثنائي منطق لمستقيم أو هو لا يشتمل على أي نقطة مُنطقة.

ولا نجد، على العكس من ذلك، في المسائل من ٢٦ إلى ٣٩ بارامترات مُنطقة.

مثال: المسألة ٣١

$$\begin{cases} x^2 + x = y^2 \\ x^2 + 1 = z^2 \end{cases}.$$

تعبّر هذه المعادلات عن خط منحنٍ من الدرجة الرابعة. نضع $y = z - u$ وهي معادلة تعبر عن سطح يمر بالنقطتين المُنطقتين في ما لا نهاية (1, 1, 1, 0) و(1, -1, -1, 0). ونختار u ليكون الناتج من المعادلات الثلاث ذات المجهول x خطياً. افترض أبو كامل أن $u = \frac{1}{2}$، فوجد عندئذٍ:

$$\begin{cases} y = z - \frac{1}{2} \\ z = 1 + \frac{1}{4} - x \\ x = \frac{9}{40} \end{cases}.$$

إن هذا المنهج يُستخدم بوحه عام في المعادلات التي شكلُها:

$$\begin{cases} x^2 + a_1 x + b_1 = y^2 \\ x^2 + a_2 x + b_2 = z^2 \end{cases}$$

وهي معادلات تشتمل على نقاط مُنطقة لا نهائية (1, -1, 1, 0)، (1, 1, -1, 0)، (1, -1, -1, 0)، (1, 1, 1, 0).

إذن، فقد بدأنا مع أبي كامل التعامل مع الصور التي سيدور حولها البحث فيما بعد مثل

$$. ax^2 + bx + c = y^2$$

وقد واصل اللاحقون (حتى Euler) على منوال أبي كامل، كتابة فصل من التحليل الديوفنطسي وإدراجه ضمن مؤلفاتهم الجبرية. فعل ذلك الكرجي في كتابيه *الفخري* (الذي حققه Woepcke) و*البديع* (تحقيق أنبوبا). وكتب الكرجي كتاباً كاملاً في هذا الموضوع - *الاستقراء* - (مفقود)، كما لخص في *الفخري*، الكتب الأربعة الأولى لديوفنطس، وناقش مناهج التحليل غير المحدود. ورأى الكرجي أن التحليل غير المحدود جزء من الجبر ويندمج في المشروع الشامل لحسبنة الجبر: إجراء عمليات حسابية على الصيغ متعددة الحدود وعلى الكميات غير المنطقة (الصّمّ). وعندما يدرس جبر المسائل متعددة الحدود، فهو يُركّز اهتمامه بخاصة على استخراج الجذر التربيعي لمتعدد الحدود. لقد التقى الكرجي بالتحليل الديوفنطسي عندما تعامل مع متعدد الحدود الذي لا يستطاع استخراجُ جذره التربيعي. عند هذه اللحظة بدأ يتحدث عن صيغ «ليست حرفيًا تربيعية، ولكنها كذلك بالمعنى ونريد معرفة جذرَها».

إن أسلوب الكرجي يختلف عن أساليب ديوفنطس وأبي كامل؛ فهو يتناول المسائل بالترتيب وفقًا لعدد الحدود التي تكوّن الصيغ الجبرية ودرجاتها، مما حدا به إلى التركيز على طبقة معيّنة من المسائل وهي الصور التربيعية.

مثال: $ax^2 + bx + c = y^2$ (حيث $a,b,c \in Z$). يريد الكرجي أن يُحَجّم طبقة كاملة من المسائل ويجعلها بهذا الشكل. ويكشف عن شرط كافٍ كي يحصل على حل: ينبغي أن تكون a أو c مربعًا. لو أن $a = u^2$ فهو يفترض أن $y = ux + v$.

ولو أن $c = w^2$، فهو يضع $y = vx + w$.

مثال آخر:

$$x^2 + y^2 = z^2$$

تكون (1- ,1 ,0) حلاً لها، وهنا يضع الكرجي:

$x = t, y = t + 1, z = 2t - 1$.

من الملاحظ أن أغلب مسائل كتاب *الفخري* هي إعادة تناول لمجموعات ديوفنطس وأبي كامل. ولكن الكرجي كان يريد توحيد البحث من خلال التركيز على المعادلات من الدرجة الثانية. ومن ناحية أخرى كان يبدأ من العام لينتهي بالخاص. هكذا بدأ في *البديع* بـ:

$$ax^{2n} + bx^{2n-1} + c = y^2$$

ثم قلّصها إلى $ax^2 + bx + c = y^2$.

والتفت الكرجي أيضًا إلى المعادلة $ax^2 - c = y^2$ بشرط أن تكون $\frac{c}{a}$ مربعًا بوضع $x = ky - \sqrt{\frac{c}{a}}$.

وحاول السموأل (المتوفى في ١١٧٤ م) التعاملَ مع الصور التكعيبية. فلاحظ فيما يتعلق بـ $y^3 = ax + b$ أنه كي تصبح $a = 6$ فهناك حل أيّاً تكن b (ذلك لأن $y^3 \equiv y \bmod 6$). ولكن بالنسبة إلى $a = 7$ فإن ذلك لا ينفع. ولا يصلح أيضًا بالنسبة إلى المعادلة $y^3 = ax^2 + bx$.

ولكن ظهر اتجاه جديد بين الباحثين انتقد غياب البراهين في هذه الأعمال. وأعقب ذلك عودة إلى التقليد الأقليدسي الذي يعبّر عن الأرقام بالخطوط وذلك في توجه مضاد للأساليب الجبرية، وهذا ما نجده عند الخازن ثم السجزي وأبي الجود الخ. فبدأ الخازن بدراسة مقدمة أقليدس حول ثلاثيات العناصر الفيثاغورية، ثم بحث عن حل (بأعداد صحيحة) $x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2 = x^2$ عن طريق برهان عام لم يبرهن عليه إلا بـ $n = 3$، ثم بحث في المعادلة $x^2 + y^2 = z^4$ و$x^4 + y^2 = z^2$. وأخيراً

تناول مسألةَ الأعداد المتطابقة:

$$\begin{cases} x^2 + a = y_1^2 \\ x^2 - a = y_2^2 \end{cases}،$$

ولنلاحظ أنه إذا كانت $a = 4uv(u^2 - v^2)$ فإن لهذا النظام حلاً أكيداً:

$$(u^2 + v^2)^2 \pm 4uv(u^2 - v^2) = (u^2 - v^2 \pm 2uv)^2.$$

ويبرهن الخازن على أنه بالنسبة إلى العدد الصحيح، وليكن a مثلاً، تتكافأ الشروط الآتية:

١- يتيح نظام المعادلات حلاً.

٢- يوجد m وn حيث $m^2 + n^2 = x^2$ و$2mn = a$ وهنا يكون a على شكل $4uv(u^2 - v^2)$. هكذا حل الخازن مشكلة الأعداد المتطابقة وسنجد هذه النظرية لاحقًا عند فيبوناتشي.

تطرّق هذا التقليد البحثي نفسه لمشكلة تمثيل عدد ما كمجموع مربعات، كما تناول أيضًا بالدراسة المسائل المستحيلة (محاولات البرهنة على استحالة حل المعادلات $x^3 + y^3 = z^3$ و$x^4 + y^4 = z^4$ بأعداد منطقة خاصة المحاولات التي قام بها الخازن). ليست الاستحالة إذن قيمة سلبية فقط.

ظهر اتجاه آخر في نفس هذا العصر وهو اتجاه حسابي خالص يقودنا إلى دراسة مسائل الأعداد المتطابقة. مثلاً الافتراض الذي يقول إن كل عنصر يجيء من سلسلة الثلاثيات الفيثاغورية فإن صورته هي إما الشكل 5 mod 12 أو الشكل 1 mod 12. يبرهن اليزدي (رياضي من مدرسة أصفهان التي نشطت في القرن السادس عشر) على الفرضيات الآتية:

الفرضية الأولى: لو أن n عدد أولي، إذن $n^2 = 1 \bmod 8$. (سنجد هذا البرهان عند فرما في سنة ١٦٣٦ م).

الفرضية الثانية: لنفترض أن n عدد فردي وليس أوليًا ولا مربعًا لعدد أولي، إذن فلكلّ زوج (d_1, d_2) من القواسم الخاصة $(d_1 > d_2)$ سيكون لدينا:

$$n = d_1 d_2 = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_1 - d_2}{2}\right)^2 .$$

الفرضية الثالثة: لكي يكون عدد زوجي n فرقًا لمربعين ينبغي ويكفي أن يكون مختلفًا عن ٤ وقابلاً للقسمة على أربعة.

فلو أن $n = 4k$ ستكون $n = (k+1)^2 - (k-1)^2$.

الفرضية الرابعة: لنفترض أن n عدداً فرديًا حيث إن $n \neq 1 \bmod 8$، إذن لا يمكن أن تكون $a_1^2 + a_2^2 + \ldots + a_n^2$ مربعًا في حالة أن $a_1, \ldots, a_n$ أفراد.

هكذا درس اليزدي الكثير من مسائل التطابق من modulo 8. ثم استخدم تلك الفرضيات ليدرس تمثيل العدد الصحيح كمجموع مربعات. ولم تبدُ براهين التطابق كشيء سهل بالنسبة إلى رياضيي القرن السابع عشر. فقد لاحظ باشيه في شروحه على كتاب *المسائل العددية* أن $4n+1$ يمكن تجزئتها إلى مجموع مربعين، وهي مسألة مهمة بالنسبة إلى القرن السابع عشر؛ ذلك لأنه في ذلك الوقت بدأ التوجه نحو صياغة نظرية للصور التربيعية. ولاحظ باشيه أن $8n+7$ لا يمكن تحليلها إلى مربعين أو ثلاثة مربعات. ولقد تباهى فرما في رسائله أنه برهن على أن $8n-1$ لا يمكن أن تكون مجموع أقل من أربعة مربعات. غير أن هذا البرهان نجده من قبل في إحدى المسائل التي أثبتها اليزدي.

تُرى كيف انتقلت هذه التقاليد والإسهامات إلى اللاتينية؟ عادةً ما يقال إن فيبوناتشي كان أكبر رياضي في العصور الوسطى المسيحية، وعادة ما يُروى لقاؤه بالإمبراطور فريدريك الثاني (Frédéric II) في سنة ١٢٢٦ م في مدينة بيزا. لقد دخل الرجل التاريخ إذن مرتين. ماذا يعني ذلك؟ لقد طرح يوحنا الباليرمي (Jean de Palerme) رياضي الإمبراطور، الذي كان يعرف العربية، تحديين أمام فيبوناتشي، أحدهما مسألة الأعداد المتطابقة. كما أن تيودور الأنطاكي (Théodore d'Antioche) - الذي كان فيبوناتشي يعرفه والذي كان في بلاط فريدريك الثاني - كان يعرف العربية أيضًا. ويقول المؤرخون إن فريدريك الثاني نفسه كان يعرف العربية، وكان يتراسل مع بعض الفلاسفة والمتكلمين المسلمين. لقد كتب فيبوناتشي بحثًا حول الأرثماطيقا والجبر بعنوان *Liber Abacci*، كما كتب أيضًا مقالة حول التحليل الديوفنطسي *Liber Quadratorum*. إن معظم المسائل التي يعالجها فيبوناتشي في كتابه عن الجبر مأخوذة من الخوارزمي وأبي كامل (كانت أعمالهما قد تُرجمت إلى اللاتينية). كذلك ليس لدينا أي دليل على أن فيبوناتشي قد قرأ الكرجي.

كان أول تحدّ وضعه يوحنا الباليرمي أمام فيبوناتشي هو حل المعادلة $x^3 + 2x^2 + 10x = 20$ وذلك باللجوء إلى الكتاب العاشر من *أصول* أقليدس. وهذه المعادلة هي واحدة من المعادلات التي تناولها الخيّام، بنفس المعاملات الجبرية. ولا شك أن يوحنا الباليرمي كان يعرف أنها مسألة صعبة وأنه كان يريد لها حلاً جبريًا، في حين إن الخيّام كان قد حلّها بواسطة تقاطع الأشكال المخروطية. كان فيبوناتشي فطنًا: ففي أول الأمر لاحظ الرجل أنه لو أن x جذر هذه المعادلة فإنها، أي x، ليست عدداً صحيحًا، وذلك لأن:

$$\frac{x^3}{10}+\frac{x^2}{5}=2-x$$

وبالتـالي فـإن $1<x<2$. ثم افـتـرض فـيـبـوناتـشي بعـد ذلك أن $x=\frac{m}{n}$ حـيث $(m,n)=1$. حينئذٍ سنحصل على:

$$m^3+n\left(2m^2+10mn-20n^2\right)=0 \text{ ؛}$$

إذن n تقسم m^3. وهذا خلف! إذن $x \notin \mathbb{Q}$. ويبرهن فيبوناتشي بعد ذلك على أن x ليست توافيق من الكميات الصماء الإقليدية، وببرهان الخُلف نفسه (افترض مثلاً أن $x=\sqrt{n}$ ثم استخلص من المعادلة أن $\sqrt{n}$ ينبغي أن تكون منطقة الخ). وهكذا بعد أن برهن أنه لا يمكن حل المعادلة بواسطة الكميات الصمّ الموجودة في الكتاب العاشر، حلّ فيبوناتشي المسألة بالتقريب العددي للجذر المُوجَب.

ونلاحظ أن فـيبـونـاتشي برهن بهـذا الشـكل (فعل ذلك مع معـادلة بعينـها ولكن المَنطقِ الذي برهن به مَنطِقٌ عـام) على أنه لـو كـان جـذر مـعـادلة مُـقـنّـنة - وذات معاملات صحيحة - ليس عدداً صحيحاً فلا يمكن أن يكون منطقاً. بتعبير آخر: كل حلقة رئيسية هي بالضرورة حلقة مغلقة تمامًا. وقد تـعامل السجـزي بنفس هذا المنهج، بينما عبَّر الكرجي في *البديع والفخري* عن فكرة تكوين أنواع جديدة من الكميات الصمّ لم ترد في كتاب أقليدس العاشر. لذا يبدو عمل فيبوناتشي وكأنه امتداد لاتيني للرياضيات العربية.

أما التحدي الثاني الذي طرحه يوحنا الباليرمي فقد ذُكِر في مقدمة الـ *Liber quadratorum* وهو يُعبّر عن مسألة «تنتمي للهندسة بقدر انتمائها لعلم العدد»، ونعني بها مسألة الأعداد المتطابقة التي تحتل الجزء الأكبر من هذا الكتاب:

$$\begin{cases} x^2+5=y_1^2 \\ x^2-5=y_2^2 \end{cases}$$

(إننا نجد نفس المعامل $a = 5$ الذي استخدمه الكرجي خلافًا لما نجد عند الخازن).

بدأ فيبوناتشي بدراسة الثلاثيات الفيثاغورية، ثم التفكيك الأول للصور التربيعية، ثم برهن بطريقة هندسية على المسألة II.9 لديوفنطس) وبعد ذلك درس نظام المعادلات:

$$\begin{cases} x^2 + a = y_1^2 \\ x^2 - a = y_2^2 \end{cases} . \qquad (١)$$

وأرجع هذا النظام إلى المعادلة:

$$. \ y_1^2 - x^2 = x^2 - y_2^2 \qquad (٢)$$

وحوّل هذه المعادلة بافتراض (حيث إن $k < m$) أن:

$$y_2^2 = \sum_{i=1}^{n} (2i - 1)$$

$$. \ x^2 = \sum_{i=1}^{n+m} (2i - 1)$$

$$y_1^2 = \sum_{i=1}^{n+m+k} (2i - 1)$$

إننا نعرف أن $\sum_{p=1}^{n} (2p - 1) = n^2$ ، إذن ستكتب (٢):

$$. \ (n + m + k)^2 - (n + m)^2 = (n + m)^2 - n^2 \qquad (٣)$$

إن هذه المعادلة خطية في n وحلولها الصحيحة من الصورة الثالثة هي:

$$\begin{cases} n = q^2 + 2pq - p^2 \\ m = 2p(p-q) \\ k = 2q(p-q) \end{cases}$$

ومن هنا نتوصل إلى الحلّ العام للمعادلة (٢):

$$\begin{cases} y_2 = q^2 + 2pq - p^2 \\ x = p^2 + q^2 \\ y_1 = p^2 + 2pq - q^2 \end{cases}$$

وهذا هو أيضًا الحلّ العام لنظام المعادلات (١) و $a = 4pq(p+q)(p-q)$ (ولم يعبّر فيبوناتشي بشكل مباشر عن هذه العلاقة، ولكنه يعرف مثلاً أن ٢٤ هو أصغر رقم متطابق). بالنسبة إلى حالة $a = 5$ وجد فيبوناتشي نفس الحل الذي كان قد توصل إليه الكرجي. وأخيراً أكّد فيبوناتشي أن أي مربع عدد لا يمكن أن يكون عدداً متطابقًا. ولكن هل كان يملك حقًا ما يمكنه أن يبرهن به على ذلك؟

إن البرهان على ذلك لا يختلف كثيراً عن البرهنة على استحالة المعادلة $x^4 + y^4 = z^4$، فبالتأكيد، لو أن $pq(p+q)(p-q)$ مربعٌ، فإن قواسمه هي أعداد، كلّ زوج فيها أوليان بينهما، فلنفترض أن:

$$p = x^2$$
$$q = y^2$$
$$p + q = u^2$$
$$p - q = v^2$$

إذن تكون $(x, y, z = uv)$ حلاً للمعادلة $x^4 - y^4 = z^2$. وعلى نحو عكسي، يمكننا انطلاقًا من المعادلة $x^4 - y^4 = z^2$ أن نعمل مربعاً شكله $pq(p+q)(p-q)$. وتتيح

لنا تقنية النزول اللانهائي لفرما أن نخلُص إلى استحالة حل بهذا الشكل (انظر فرما ص. ٢٧-٢٩).

لا شك أن $pq(p+q)(p-q)$ كانت مألوفة لفيبوناتشي. وهو يبرهن مثلاً على أنه لو أن $p>q$ وكان $(p+q)$ زوجياً، إذن يكون $\frac{p}{q} \neq \frac{p+q}{p-q}$.

لقد حدث بين زمني فيبوناتشي وفرما، أن قام فرنسوا فيات (Viète)، في مدينة تور عام ١٥٩٣ م، بنشر كتبه الأربعة في المنهج التحليلي. وطرح فيات مسائل جديدة أكثر صعوبة، ولكنها تقع خارج إطار التحليل الديوفنطسي. ولاحقًا ستكون هذه المسائل نافعة لتطور الحساب التكاملي؛ وهو تطور من دراسة الأعداد المُنطقة إلى الكسور المُنطقة. وفي سنة ١٦٢١ م، وضع باشيه تحليلاً ديوفنطسيًا من الدرجة الأولى كان جديداً بالنسبة إلى ذلك العصر. وأخيراً، فإن فرما جدد التحليل الديوفنطسي من حيث المسائل المطروحة، وأيضًا من حيث منهج النزول اللانهائي الذي يسمح له أن يعالج بفاعلية نظرية الصور التربيعية.

ببليوغرافيا

Bourbaki, *Éléments d'histoire des mathématiques*, Paris, Hermann, 1960.

L.E. Dickson, *History of Theory of Numbers*, 2 vol., New York, 1919; réimpr. 1966.

Diophante : Les Arithmétiques, Livre IV, vol. 3; *Livres V, VI, VII,* vol 4, éd. R. Rashed, Collection des Universités de France, Paris, Les Belles Lettres, 1984.

صناعة الجبر لديوفنطس، صدر بالعربية (القاهرة: دار الكتب، ١٩٧٥).

Pierre Fermat : Œuvres de Pierre Fermat, t. I: *La théorie des nombres*, Textes traduits par P. Tannery, introduits et commentés par R. Rashed, Ch. Houzel et G. Christol, Paris, Blanchard, 1999.

Th. Heath, *A History of Greek Mathematics*, Oxford, 1921.

Th. Heath, *Mathematics in Aristotle*, Oxford, 1970.

Ch. Houzel, *La géométrie algébrique. Recherches historiques*, Paris, A. Blanchard, 2003.

J. Itard, *Essais d'Histoire des Mathématiques*, réunis et introduits par R. Rashed, Paris, A. Blanchard, 1984.

W. Knorr, *The Evolution of the Euclidean Elements*, Dordrecht, Reidel, 1975.

L. J. Mordell, *Diophantine Equations*, London, 1969.

Proclus, *Commentaire sur la République*, trad. A.-J. Festugière, Paris, Vrin, 1994.

R. Rashed, *Entre Arithmétique et Algèbre. Recherches sur l'histoire des mathématiques Arabes.* Collection «Sciences et philosophie arabes - Études et reprises», Paris : Les Belles Lettres, 1984.
الترجمة العربية: *تاريخ الرياضيات العربية: بين الجبر والحساب*، سلسلة تاريخ العلوم عند العرب ١، بيروت، مركز دراسات الوحدة العربية، ١٩٨٩.

R. Rashed (éd.), *Storia della scienza*, vol. III : *La civiltà islamica*, *Enciclopedia Italiana*, Rome, 2002.

R. Rashed (éd.), *Histoire des sciences arabes*, 3 vol., Paris : Le Seuil, 1997.
الترجمة العربية: بيروت، مركز دراسات الوحدة العربية، ١٩٩٧.

A. Szabó, *Les débuts des mathématiques grecques*, Paris, 1977.

J. Vuillemin, *Mathématiques pythagoriciennes et platoniciennes*, Paris, A. Blanchard, 2001.

A. Weil, *Number Theory: An Approach through History from Hammurapi to Legendre*, Boston, MA, Birkhäuser, 1984.



الفصل الرابع



أولاً: الرياضيات والفلسفة في الفكر الإسلامي*

يعير مؤرخو الفلسفة الإسلامية اهتماماً خاصًا بمذاهب الوجود والنفس التي طوّرها الفلاسفة الإسلاميون بدون الاكتراث بالمعارف الأخرى، وفي استقلال عن كل المحددات سوى ارتباط هؤلاء الفلاسفة بالدين. ينتسب فلاسفة الإسلام في تقدير هؤلاء المؤرخين، إلى الجانب الأرسطي من التقليد الأفلاطوني المحدث فهم ورثة الفلسفة القديمة في فترتها المتأخرة مصطبغة بألوان إسلامية. يضمن هذا الانحياز التاريخي - ظاهريًا على الأقل - انتقالاً سلسًا لا صدام فيه من أرسطو وأفلوطين وبرقلس - على سبيل المثال - إلى فلاسفة الإسلام ابتداءً من القرن التاسع. لكن هذا التصوّر يؤدي في أغلب الأحيان إلى رسم صورة شاحبة وهزيلة للنشاط الفلسفي في الحضارة الإسلامية، فليس من النادر أن يجعل المؤرخ من مجال الفلسفة الإسلامية ميدان تنقيب عن آثار الأعمال اليونانية المفقودة في لغتها الأصلية والتي حفظت في ترجمة عربية.

ولقد التفت بعض المؤرخين حديثًا نحو مذاهب طورت في ميادين أخرى على هامش الإرث اليوناني، مثلُ فلسفةِ الفقه (أصول الفقه) التي طورها الفقهاء بتفوق، أو فلسفة علم الكلام بما فيها من عمق وتفنّن، أو تصوف كبار الشيوخ كالحلاّج وابن عربي وغيرهم. إن مثل هذه الأعمال تثري وتصحّح المشهد، وتعكس بوفاء أكثر النشاط الفلسفي آنذاك، وهي كذلك تمكننا من تحديد موقع الإرث اليوناني في الفلسفة الإسلامية. لكن العلوم والرياضيات لم تجد نفس العناية التي لقيها الفقه

* نقلها من الفرنسية إلى العربية: الدكتور حاتم الزغل.

وعلم الكلام والنحو والتصوف، وبقيت العلاقات - الجوهرية في نظرنا - بين الفلسفة والعلوم - خصوصًا الرياضيات - مهملة. أجل، قد يخطر أحيانًا التعرضُ إلى العلاقات بين الرياضيات والفلسفة عند فلاسفة الإسلام. كالكندي والفارابي وابن سينا وغيرهم، لكن ذلك إنما يحدث بصفة خارجية إن صح التعبير، إذ تُعْرض رؤاهم حول هذه العلاقات ويبحث عن ارتباطها بالمذاهب الأفلاطونية أو الأرسطية ويفحص التأثير الفيثاغوري المحتمل. يعني هذا أن البحث لا يتعلق أبداً بفهم انعكاسات معارفهم الرياضية على فلسفاتهم ولا بتأثير أنشطتهم من حيث هم علماء على مذاهبهم الفلسفية. إن هذا التقصير لا يرجع إلى مؤرخي الفلسفة وحدهم، بل مسؤوليته تقع على عاتق مؤرخي العلوم أيضًا.

وهذا الوضع لا يخلو من التناقض: لقد استمر نشاط البحث العلمي والرياضي في منتهى التقدم على مدى سبعة قرون، باللغة العربية وفي المدن الإسلامية. فهل يعقل أن يبقى الفلاسفة وهم في أغلب الأحوال رياضيون أو أطباء ... منزوين في عملهم الفلسفي غيرَ عابئين بالتحولات الجارية تحت أنظارهم غافلين عن النتائج العلمية المتعاقبة؟ كيف نتصور أن يبقى الفلاسفة غيرَ مكترثين بل منزويين داخل الإطار الضيق نسبيًا للتقليد الأرسطي في الأفلاطونية المحدثة وهم إزاء هذا التنوع المنقطع النظير من فروع المعرفة والنجاحات العلمية، من علم هيئة ناقد للنماذج البَطليمية، وعلم مناظر مصحح ومستحدث وعلم الجبر والهندسة الجبرية المبتكرين وتحليل ديوفنطي جديد ونقاش لنظرية المتوازيات ومناهج تسطيح متطورة؟ إن الفقر الظاهري لفلسفة الإسلام الكلاسيكي هو ظاهرة خاصة بالمؤرخين وليس بالتاريخ، ومع ذلك فإن الاقتصار على تفحص العلاقات بين الفلسفة والعلم، أو بين الفلسفة والرياضيات - وهذا ما سنقتصر عليه هنا - كما يتجلى عند الفلاسفة وحدهم لا يمكننا من اجتياز إلا ثلث الطريق، إذ يجب أيضًا مساءلة الرياضيين الفلاسفة وكذلك الرياضيين. لكن مبدأ اعتبار الرياضيات وحدها أمر يستدعي التفسير وهذا التفسير ضروري لأن هذا التمشي لا يخص الفلسفة الإسلامية وحدها، بل الفلسفة عامة.

للرياضيات إسهام في نشأة الفلسفة النظرية لا يضاهيه أيّ فرع معرفي آخر، ولا يوجد علم غيرها كانت له علاقات بنفس الكثرة وبنفس القدم مع الفلسفة النظرية، فلم تنفك الرياضيات منذ العصر القديم تمدّ التفكير الفلسفي بنماذج وأطر، إذ وفرت له مناهج للعرض واجراءات للاستدلال ومنحت أحياناً للفلاسفة أدوات مناسبة لإجراء تحليلهم، هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى فهي تعرض نفسها بالذات موضوعاً لنظر الفيلسوف فيشتغل فعلاً في توضيح المعرفة الرياضية نفسها، درساً لموضوعها ومناهجها، وسبراً لخاصيات يقينها. لم تفتأ الفلسفة الرياضية منذ بداية تاريخها تسأل عن شروطِ هذه المعرفة الرياضية ونشأتها وقدرتها على التوسع وعن طبيعةِ اليقين الذي تبلغه ومكانتها بين المعارف الأخرى. إن فلاسفة الإسلام لا يشذون عن هذه القاعدة، لا الكندي ولا الفارابي ولا ابن سينا ولا ابن ميمون ولا ابن باجة، ولا غيرهم من سائر الفلاسفة.

ثمة روابط أخرى انعقدت بين الرياضيات والفلسفة النظرية وإن كانت أقل ظهوراً. فليس من النادر أن يتعاضدا لسبك منهج أو حتى منطق كما كان الشأن عند التقاء أرسطو وأقليدس في خصوص المنهج الافتراضي القياسي أو عند استعانة الطوسي بالتحليل التركيبي لحل معضلة الفيض ابتداءً من الواحد. لكن من بين كل الأشكال التي يمكن أن يتخذها هذا الارتباط، ثمة واحد يشد الانتباه بصفة خاصة وهو يرجع هذه المرة إلى عمل الرياضي وليس إلى عمل الفيلسوف. نقصد بذلك النظريات التي طوّرها الرياضيون لتبرير ممارساتهم ذاتها. وتلتئم الشروط المناسبة لهذه البنيات النظرية عندما يصطدم الرياضي - الذي يكون في طليعة البحث في زمانه - بصعوبة مستعصية ناتجة من عدم تطابق التقنيات الرياضية المتوفرة لديه مع موضوعات جديدة في بداية تشكلها. لنذكر مثلاً تنوّع صيغ نظرية المتوازيات ابتداءً من ثابت بن قرة (ت. ٩٠١) أو في تصور ابن الهيثم لما يشبه التحليل الرياضي، كما سنجده عند رياضيي القرن السابع عشر.

تأخذ العلاقات بين الفلسفة النظرية والرياضيات موقعها في ثلاثة أصناف أساسية من الأعمال: أعمال الفلاسفة، أعمال الفلاسفة الرياضيين مثل الكندي

ومحمد بن الهيثم (هو غير الحسن بن الهيثم؛ انظر Rashed 1993c, pp. 8-19; 2000, pp. 937-941) وأعمال الرياضيين الفلاسفة مثل نصير الدين الطوسي وغيره، وأعمال الرياضيين مثل ثابت بن قرة وحفيده إبراهيم بن سنان والقوهي وابن الهيثم وغيرهم. إن الاقتصار على صنف أو آخر، والإغفال عن البقية يعرّض البحث في العلاقات بين الفلسفة والرياضيات إلى نسيان بعد أساسي.

لقد حاولنا مرات عديدة الكشف عن بعض مباحث فلسفة الرياضيات هذه. فلنكتف بسبر سريع للكشف عن ثراء هذا المجال إذ غايتنا هي تلك وليست فحصًا نسقيًا قد يستدعي ويستحق وحده كتابًا ضخمًا. إلا أن الطريق الأنسب في نظرنا يختلف عن مجرد السرد لرؤى الفلاسفة في خصوص الرياضيات وأهميتها. طريقنا يتمثل - أكثر من ذلك - في التفتيش عن المباحث التي وقع التطرق إليها وعن العلاقات الحميمية التي تربط الرياضيات بالفلسفة ودور هذه العلاقات في هيكلة المذاهب والأنساق، أي عن الدور الترتيبي للرياضيات. سوف نبيّن خصوصًا كيف يتوخّى الفلاسفة الرياضيون حلّ المسائل الفلسفية بطريقة رياضية خصبة ومولدة لمذاهب أو فروع جديدة. وفي ما يخص الرياضيين، سوف نعرض لمحاولاتهم الفلسفية في حل المسائل الرياضية لنبيّن ضرورة وعمق هذا التمشي. ولتوضيح هذه الوضعيات المختلفة، سوف نتطرق، على التوالي، إلى المباحث التالية:

١- الرياضيات باعتبارها ممثلة لشروط النشاط الفلسفي وموردًا لنماذجه. وقد اخترنا مثالين من بين الفلاسفة العديدين الذين يمثلون هذه الوضعية: مثال الكندي وهو فيلسوف-رياضي، ومثال ابن ميمون الذي كان على اطلاع بالرياضيات، وإن لم يكن رياضيًا ميدانيًا.

٢- الرياضيات داخل التأليف الفلسفي: إن تدخل الرياضيات المباشر حدث منذ أول تأليف فلسفي معروف وهو من عمل الفارابي وابن سينا. ومن بين النتائج الهامة لهذا التدخل إعطاء الأنطولوجيا (نظرية الوجود) توجهًا صوريًا مكّن من معالجة مسألة فلسفية بطريقة رياضية. سوف نتعرض هنا بالطبع إلى إسهام ابن سينا وهو ذو إلمام جيد بالرياضيات، وإلى مواصلة نصير الدين الطوسي له.

٣- يخص المبحث الثالث صناعة الاكتشاف وصناعة التحليل، وكان هذا المبحث من نصيب الرياضيين خصوصاً. ويهم كيفية مواجهتهم لمسألة الاكتشاف الرياضي. سوف نتعرض إلى أمثلة ثابت بن قرة، وإبراهيم بن سنان والسجزي وابن الهيثم.

وما ينبغي التنبيه إليه هو أن الفصول التالية لن تهتم بهذه الأمثلة باعتبارها أعمالاً فردية، بل باعتبارها ممثلة لسنة حقيقية ترسمها الأسماء والعناوين، وقد استمرت هذه السنّة قروناً على الأقل.

١- الرياضيات باعتبارها ممثلة لشروط النشاط الفلسفي ونموذجًا له: الكندي وابن ميمون

إن العلاقات بين الفلسفة والرياضيات جوهرية وضرورية لإعادة تركيب منظومة الكندي (القرن التاسع) وقد شعر الكندي بذلك إذ جعل من تلك التبعية عنوانًا لأحد كتبه: «في أنه لا تنال الفلسفة إلا بعلم الرياضيات» (النديم، *الفهرست*، ص. ٣١٦)، وإذ جعل من الرياضيات مدخلاً في تعليم الفلسفة. ويذهب في رسالته «في كمية كتب أرسطوطاليس» (*رسائل الكندي الفلسفية*، نشر أبو ريدة، ج ١، ص. ٣٦٣-٣٨٤) إلى مخاطبة طالب الفلسفة لينبهه أنه أمام خيارين: إما أن يبتدأ بالرياضيات قبل التطرق إلى كتب أرسطو حسب الترتيب الذي يورده فيكون له أمل في أن يصير فيلسوفًا، وإما أن يقتصد تلك المرحلة فلا يسعه أن يصير إلا «راويًا» للفلسفة إن كانت له قدرة على الحفظ. يقول الكندي بعد عرضه لتصنف كتب أرسطو:

«هذه أعداد ما قدمنا ذكره من كتبه التي يحتاج الفيلسوف التام إلى اقتناء علمها بعد علم الرياضيات، أعني التي حددتها بأسمائها. فإنه إن عدم أحد علم الرياضيات التي هي علم العدد والهندسة والتنجيم والتأليف، ثم استعمل هذه دهره، لم يستتم معرفة شيء من هذه ولم يكن سعيه فيها مكسبه شيئًا إلا الرواية إن كان حافظًا، فأما علمها على كنهها وتحصيله

فليس بموجود إن عدم الرياضيات البتة» (نفس المرجع، ج ١، ص. ٣٦٩-٣٧٠).

الرياضيات هي إذن أساس التكوين الفلسفي، ولو تعمقنا في دراسة دورها في أعمال الكندي، لأمكننا إدراك خصوصية هذه الأعمال بأكثر دقة، لكن ليس هذا غرضنا هنا. تبدو أعمال الكندي حسب المؤرخين في مظهرين متميزين. هنالك تأويل أول يظهر فيه الكندي ممثلاً إسلاميًا للتقليد الأرسطي داخل الأفلاطونية المحدثة، فهو ينتسب إلى الفلسفة القديمة في فترتها المتأخرة من جهتين. أما التأويل الثاني، فإنه يرى في الكندي مواصلاً لعلم الكلام الفلسفي، فكأنه متكلم استبدل لغة الكلام بلغة الفلسفة اليونانية. لكن توجهات الكندي الأساسية تتجلى لأعيننا عندما نعيد للرياضيات دورها في تطوير فلسفته. ففيها توجه ناتج من قناعاته الإسلامية حسب تفسيرها وصياغتها داخل سنة الكلام الفلسفي، خصوصاً سنة التوحيد. فالوحي يطلعنا على الحق والحق هو واحد وعقلي، وثمة توجه آخر يحيلنا إلى كتاب *الأصول* لأقليدس باعتباره نموذجًا ومنهجًا. إذا كان من الممكن الوصول إلى الحق عن طريق الوحي، أي بكيفية موجزة ومختصرة تكاد تكون فورية، فإنه يمكن أيضًا بلوغه بمجهود جماعي وتراكمي - هو مجهود الفلاسفة - انطلاقًا من حقائق عقلية مستقلة عن الوحي ومستجيبة لمعايير البرهان الهندسي. لقد كانت هذه الحقائق العقلية التي تؤدي دور المعاني الأولية متوفرة أيام الكندي في التقليد الأرسطي داخل الأفلاطونية المحدثة وقد اعتمدت بديلاً للحقائق الموحى بها، إذ بوسعها الوفاء بمتطلبات التفكير الهندسي وبوسعها التمكين من تقديم عرض منظم شبيه بالعرض الافتراضي القياسي، مما يجعل «الفحص الرياضي» أداة لعلم ما بعد الطبيعة.

هكذا كان الشأن بالنسبة إلى رسائل الكندي في الفلسفة النظرية كرسالته *في الفلسفة الأولى* ورسالته *في إيضاح تناهي جرم العالم* وغيره (Rashed-Jolivet 1988) لنأخذ هذه الرسالة الأخيرة مثالاً. يسلك الكندي طريقة مرتبة ليقيم البرهان على التهافت المنطقي لمفهوم الجسم اللامتناهي فيبدأ بتعريف الحدود الأولية: المقدار

والمقادير المتجانسة. بعد ذلك، نراه يقدم ما يسميه بـ «القضايا الحق»، أو ما يسميه في *الفلسفة الأولى* «المقدمات الأولى الحقيقية المعقولة بلا توسط» (نفس المرجع، ص. ٢٩، س. ١٦)، أو في رسالته في *وحدانية الله وتناهي جرم العالم*، «المقدمات الأولى الواضحة الحقيقية المعقولة بلا توسط» (نفس المرجع، ص. ٢٩، س. ٨). كل هذه قضايا صحيحة من تحصيل الحاصل وهي مصاغة باعتبارها معاني أولية أو نِسَبًا بين هذه المعاني من حيث ترتيبها، ومن حيث الجمع والتفريق بينها، ومن حيث وصفها بالتناهي وبعدم التناهي ... فتكون هذه القضايا كالتالي: «الأعظام المتجانسة التي ليس بعضها بأعظم من بعض متساوية» أو «إذا زيد على أحد الأعظام المتجانسة المتساوية عظم مجانس لها، صارت غير متساوية» (ص. ١٦٠). أخيراً، يعمد الكندي إلى برهان الخلف مستخدمًا هذه الفرضية: إن الجزء من المقدار اللامتناهي هو بالضرورة متناه.

يسلك الكندي هذا الطريق نفسه في العديد من مؤلفاته وعلى غرار رسالته «في الفلسفة الأولى» نراه ينتهج الأسلوب الهندسي في رسالته «مائية ما لا يمكن أن يكون لا نهاية له وما الذي يقال له لا نهاية له»، حيث يعتزم إقامة البرهان على استحالة أن يكون العالم والزمان غير متناهيين. هنا أيضًا، يبدأ بالتصريح بأربع مقدمات: (١) «إن كل شيء ينقص منه شيء، فإن الذي يبقى أقل مما كان قبل أن ينقص منه»؛ (٢) «كل شيء نقص منه شيء، فإنه إذا ما ردّ إليه ما كان نقص منه، عاد إلى المبلغ الذي كان أولاً»؛ (٣) «كل أشياء متناهية فإن الذي يكون منها – إذا جمعت – متناه»؛ (٤) «إذا كان شيئان أحدهما أقل من الآخر، فإن الأقل يعد الأكثر أو يعد بعضه، وإن عدّ كله فقد عد بعضه». يعتزم الكندي إثبات أطروحته الفلسفية انطلاقًا من هذه المقدمات المستهلمة من كتاب *الأصول* لأقليدس. فيفترض جسمًا لا متناهيًا يطرح منه جزءاً متناهيًا فالسؤال المطروح هو التالي: هل ما يتبقى يكون متناهيًا أم لا متناهيًا؟ بعد ذلك يبيّن الكندي أن كلتا الفرضيتين تؤدي إلى نتائج متناقضة فيستنتج أنه لا يمكن أن يكون جسم لا متناهيًا. ويواصل

استدلاله ليبين أن الاستحالة نفسها تنسحب على أعراض الجسم، وخصوصًا على الزمان، إذ إن الزمان والحركة والجسم هي أمور متلازمة. بعد ذلك يبيّن الكندي أنه لا يوجد زمان أزلي وأن الجسم والحركة والزمان غير أزليين. فلا يوجد إذن شيء أزلي، واللامتناهي إنما يقال بالقوة كما هو شأن العدد. تبيّن هذه الأمثلة التي ذكرناها باختصار كيف كان الكندي يربط بين مبادئ ووسائل الرياضيات من جهة والفلسفة الأفلاطونية المحدثة في التقليد الأرسطي من جهة أخرى. ويجدر مع ذلك التنبيه إلى أن الكندي الفيلسوف كان أيضًا رياضيًا، كما تشهد عليه أعماله في علم المناظر وفي الرياضيات (Rashed 1993a). وكان أيضًا أليفًا لا بكتب أرسطو وبالتقليد الأرسطي داخل الأفلاطونية المحدثة فحسب، بل أيضًا بشروح لفلاسفة أرسطيين كالإسكندر مثلاً.

لم يكن ابن ميمون (١١٣٥-١٢٠٤) رياضيًا له إنتاج علمي، ومع ذلك فقد كان له اطلاع إلى حدّ ما على الرياضيات.

من البديهي أن اطلاعه كان على قدر يمكنه من مطالعة متأنية لأعمال رياضية ومن التعليق عليها مثل كتاب *المخروطات* لأبلونيوس التي كانت على مستوى رفيع بالنسبة إلى العصر. لكن تعليقاته لم تكن حول الأفكار الجوهرية أي الخاصيات التي كانت الموضوع الفعلي لهذا العمل، بل كان اهتمامه مقصوراً على تقنيات الاستدلال الأولية وجلّها متوفر في الكتب الستة الأولى من *أصول* أقليدس. باختصار وبوضوح، لم تكن تعليقات ابن ميمون ترقى إلى مستوى الأعمال الموضوعة لها. فلِمَ سخر هذا القدر الهائل من الوقت ومن الجهد إن كان نيله منها على هذا التواضع؟ قد نفسّر ذلك بالرجوع إلى دور الرياضيات في «ترويض الذهن» كما يقول ابن ميمون نفسه (*دلالة الحائرين*، نشر آتاي، ص. ٨٠)، لكن ثمة سببًا آخر يتمثل في علاقات أخرى بين الرياضيات والفلسفة. وسوف نتقصر على أهمها.

إن منطلق ابن ميمون لم يكن فلسفيًا، بل دينيًا: «وإنما كان الغرض [...] هو تبيين مشكلات الشريعة وإظهار حقائق بواطنها التي هي أعلى من أفهام

الجمهور» (*دلالة*، ص. ٢٨٢). منذ الكندي، يمثل الإدراك العقلي للحقائق التي تنقلها الكتب المقدسة واحدة من أوكد مهام النظر الفلسفي. إلا أن تحقيق هذه المهمة أو حتى الشروع فيها يقتضي قبول توافق تام بين نظامين للحقيقة: نظام الكتب المقدسة من جهة، ونظام العقل والفلسفة من جهة أخرى. ويقوم هذا التوافق على مبدأ عبّر عنه ابن رشد (١١٢٦-١١٩٨): «إن الحق لا يضاد الحق، بل يوافقه ويشهد له» (*فصل المقال*، ص. ٣٢). لا يختلف ابن ميمون مع أسلافه في اختيار «الطريق البرهاني الذي لا ريب فيه» (*دلالة الحائرين*، ص. ١٨٧). أي في توخي «البرهان الحقيقي» لإثبات الحقائق الشرعية: وجود اللّه، أنه واحد وليس بجسم. إلا أن إجراء هذا البرهان لا يكون في نظر هؤلاء الفلاسفة إلا اقتداءاً بالنموذج الرياضي، ولا يتسنى ذلك إلا باعتماد لغة غير لغة الوحي، تكون المفاهيم فيها محددة بالعقل وحده وأنطولوجيا محايدة.

إن «البرهان الحقيقي» أي البرهان الذي يكون على نموذج البرهان الرياضي هو الطريق الذي يجب سلوكه للارتقاء بالحقائق الشرعية إلى مستوى الحقائق العقلية، وليس ذلك حكراً على دين دون آخر سواء كان موحى به أو لا. هذه أول علاقة بين الرياضيات والفلسفة. لكن لهذه العلاقات ترتيبًا في طبقات. يتمثل تمشي ابن ميمون أولاً في استعارة معانٍ من الفلسفة الأرسطية عند أسلافه وفي استعارة إجراءات العرض والاستدلال من الرياضيات. هكذا كانت طريقته في الجزء الرئيسي من الكتاب الثاني من *دلالة الحائرين*. وهي إذن على منوال طريقة الرياضيين الذين أخذت عنهم بعض من إجراءاتهم - منها خاصة برهان الخلف - لإثبات كل عنصر من عناصر العرض. كل هذه العناصر معروضة في كتاب *دلالة الحائرين* في خمسة وعشرين مقدمة يعتبر ابن ميمون أن أسلافه قد أقاموا البرهان عليها كلها. ويضيف إليها مسلمة ليستنتج من مجموع هذه القضايا ما يعده «الشكل الأساسي»: «اللّه موجود وهو واحد وليس بجسم ولا في جسم». إن أهمية هذا المقطع من كتاب *دلالة الحائرين* تتمثل في تعمد أسلوب الترتيب الهندسي في علم ما بعد الطبيعة أكثر من كونها في قوة الحجة ذاتها. فالمقدمات

الأولى قابلة منذ أرسطو لمعالجة منطقية رياضية، وقد أعاد الكندي تفعيلها وتبعه في ذلك العديد من الفلاسفة الإلهيين، نذكر منهم ابن زكريا الرازي وأبو البركات البغدادي (ق ١١-١٢) وفخر الدين الرازي (١١٥٠-١٢١٠) ونصير الدين الطوسي (١٢٠١-١٢٧٤) ونجد هذه المقدمات بعد ذلك مجمعة في شرح التبريزي *لدلالة الحائرين* وكذلك في شرح حسداي كرسكاس (١٣٤٠-١٤١٢). يتعلق الأمر بإثبات استحالة وجود مقدار لا متناه واستحالة وجود عدد غير متناه من المقادير المتناهية. وتنص المقدمة الثالثة على استحالة تسلسل لا متناه من العلل والمعلولات - مادّية كانت أو غير مادّية - الأمر الذي يمنع مبدئيًا التعقب العكسي اللامتناهي للعلل. تلي هذه المقدمات ثلاثة أحكام. ينص الأول أن التغير يقع بحسب مقولات الجوهر والكيف والكم والمكان، وينص الثاني أن الحركة نوع من التغير وهي خروج من القوة إلى الفعل. ويعدد الحكم الثالث أنواع الحركة. تلي ذلك مقدمة سابعة هذا نصها: «كل متغير منقسم وكذلك كل متحرك منقسم وهو جسم ضرورة، وكل ما لا ينقسم لا يتحرك ولذلك لا يكون جسمًا أصلاً» (*دلالة الحائرين*، ص. ٢٤٩) وبعدها تقرر المقدمة الثامنة أن «كل ما يتحرك بالعرض فهو يسكن ضرورة» (*دلالة الحائرين*، ص. ٢٥١) والتاسعة أن «كل جسم يحرك جسمًا آخر فإنما يحركه بأن يتحرك هو أيضًا في حال تحريكه» (*دلالة الحائرين*، ص. ٢٥٢). وهكذا يتقدم عرض المقدمات الأولية نذكر منها الرابعة عشرة التي تقرر أن الحركة المكانية «هي أقدم الحركات» والخامسة والعشرين التي تقرر أن «مبادئ الجوهر المركب الشخصي [هي] المادة والصورة».

لكل هذه المقدمات التي ذكرنا منها البعض مرجعية أرسطية، لكنها غير متجانسة إذ تفرقها أصولها وتفاوت تعقدها المنطقي، وهذا أمر لم يكن ابن ميمون يجهله إذ يحيلنا إلى مصادره الإجمالية: «السماع الطبيعي وشروحه» و«ما بعد الطبيعة وشرحها». يمكن بسهولة التعرف على مراجع ابن ميمون في *السماع الطبيعي* (الكتابين الثالث والثامن) وفي *ما بعد الطبيعة* (الكتابين العاشر والحادي عشر)، لكن تحديد موقع الإحالات إلى الشروح أصعب من ذلك، ولا يهمنا في ما

نحن بصدده. يصف ابن ميمون تعقد المقدمات هكذا: «منها يبين بأيسر تأمل ومقدمات برهانية ومعقولات أول أو قريب منها ... ومنها ما يحتاج إلى براهين ومقدمات عدة لكنها قد تبرهنت برهاناً لا شك فيه» (*دلالة الحائرين*، ص. ٢٧٢). بعبارة أخرى، هنالك مقدمات يجعلها قربها من الأوليات بديهية «بأيسر تأمل»، ومنها ما يستدعي بعدها عن الأوليات توسط قضايا كثيرة حتى نتمكن من إثباتها، إلا أن هذا الإثبات قد تم على يدي أرسطو وشراحه ومن خلفه. وتتوزع المقدمات الخمس والعشرون إلى هذين الصنفين.

لا يغفل ابن ميمون أن الحجة لا يعتدّ بها إن لم تكن كلية وضرورية. ولكن هذين الشرطين لا يتوفران في خصوص المسألة الراهنة، وهي مسألة قدم العالم، نظراً إلى التعارض القطعي بين الحقيقة الموحى بها والحقيقة الفلسفية. ولكي تكون الحجة يقينية على غرار الحجة الرياضية، ينبغي أن تكون ثابتة على الدوام سواء كنا نعتقد قدم العالم أو حدوثه. فعندما أدرج ابن ميمون في منظومته فرضية قدم العالم حتى صارت تعد ستة وعشرين مقدمة، معارضًا في ذلك اعتقاده الخاص، فإنما فعل ذلك اقتداء بطريقة الرياضيين. يقول في هذا الصدد وبدون أدنى التباس: «وأضيف إلى ما تقدم من المقدمات مقدمة واحدة توجب القدم ويزعم أرسطو أنها صحيحة وأولى ما يعتقد. فنسلمها له على جهة التقرير حتى يبين ما قصدنا بيانه» (ص. ٢٦٨).

إن ما جعله يدرج فرضية قدم العالم، إنما هو ضرورتها لإكمال المنظومة حتى يتسنى استنتاج «الشكل». ويتجلى تمامًا هذا الوجه الاصطلاحي - وليس الاعتباطي - للقضية عندما نذكر أن ابن ميمون لم يكن يعتقد بقدم العالم. لنتمعن مثلاً قوله:

> «الوجه الصحيح وهو الطريق البرهاني الذي لا ريب فيه، أن يثبت وجود الله ووحدانيته ونفي الجسمانية بطرق الفلاسفة، وتلك الطرق مبنية على قدم العالم ليس لأنني أعتقد قدم العالم أو أسلم لهم ذلك، بل لأن بتلك الطرق يصح البرهان ويجعل اليقين بهذه الثلاثة أشياء، أعني بوجود الله وبأنه واحد

وأنه غير جسم من غير التفات إلى بيت الحكم في العالم هل هو قديم أم محدث» (*دلالة الحائرين*، ص. ١٨٣).

لقد كان ابن ميمون على علم أن مسألة قدم العالم لا يمكن حسمها حسماً أكيداً، وقد قيل فيما بعد أن العقل الجدلي يصطدم عند هذه المسألة بتناقض داخله إذ إن حلها يقتضي تحديد خاصيات للأشياء التي لا توجد بعد.

إن تصميم هذا القسم من *دلالة الحائرين* هو بالتأكيد على نمط العرض الرياضي أي وفق النظام الهندسي. يبدو هذا النظام وكأنه شرط ليقينية المعرفة الميتافيزيقية خصوصاً فيما يخص معرفة اللّه ووحدانيته وعدم جسمانيته. نجد هذا التصور الخصب قبل ابن ميمون عند الكندي وبعده عند سبينوزا. لكن المسألة كلها تتمثل في معرفة ما إذا كانت البرهنة على المقدمات الخمس والعشرين قد أنجزت فعلاً، وفي معرفة ما إذا كان الشكل يستنتج حقًّا منها. لن ينفك هذان السؤالان يراودان الفلاسفة بعد ابن ميمون. فكان شرح التبريزي ثم شرح حسداي كرسكاس محاولتين في هذا الغرض. لقد حاول ابن ميمون إجراء هذا الاستنتاج. ومع أن المجال لا يتسع هنا إلا لعرض إجمالي فسوف نحرص على إبراز العقلية التي حكمت هذا الاستنتاج.

بالنظر إلى المقدمات الخمس والعشرين، يحتاج كل جوهر شخصي مركب في وجوده إلى محرك يهيّئ المادة لقبول الصورة. لكن المقدمة الرابعة تقضي بضرورة وجود محرك آخر من نوع مغاير يسبق ذلك المحرك. ولما كانت المقدمة الثالثة تقضي بتناهي تسلسل المحركات، فإن التسلسل ينتهي بالضرورة إلى الفلك الأخير ويقف عنده. وحركة الفلك هي حركة مكانية إذ كانت الحركة في المكان هي الأقدم في التصنيف الرباعي لمقولات التغير (حسب المقدمة الرابعة عشرة). ثم لما كان كل متحرك محرَّك (المقدمة السابعة عشرة)، فكذلك شأن الفلك الأخير الذي يكون محركه إما من خارج أو داخلي له. وهذه القسمة ضرورية، فإن كان المحرك من خارج فإنه إما أن يكون جسماً خارجيًا عن الفلك أو يكون لا في جسم. وفي هذه الحالة الأخيرة يقال إن المحرك «مفارق» للفلك. وإذا كان المحرك في الفلك فإنه

يكون إما قوة سارية فيه أو أن يكون قوة غير منقسمة مثل حال النفس بالنسبة إلى الإنسان. هكذا نحصل على أربع إمكانيات يرفض منها ابن ميمون ثلاثًا يعتبرها مستحيلة بالنظر إلى مقدمات مختلفة. فلا يبقى إذن إلا إمكانية واحدة وهي أن تكون حركة الفلك المكانية عن محرك مفارق غير جسماني. وينهي ابن ميمون استدلاله الطويل بقوله:

«فقد تبرهن أن محرك الفلك الأول إن كانت حركته سرمدية دائمة، يلزم أن يكون لا جسماً ولا قوة في جسم أصلاً حتى لا يكون لحركه حركة لا بالذات ولا بالعرض، فلذلك لا يقبل قسمة ولا تغيراً، كما نذكر في المقدمة الخامسة والسابعة. وهذا هو الإله جل اسمه، أعني السبب الأول المحرك للفلك ويستحيل أن يكون اثنين أو أكثر» (*دلالة الحائرين*، ص. ٢٧٢). هذا ما كان يحتاج إلى برهانه.

رأينا كيف أن الرياضيات تمثل بالنسبة إلى ابن ميمون شروط المعرفة في الإلهيات بحسب معانٍ ثلاث. فهي بالمعنى الأقرب تدريب للذهن، وهي أيضًا نموذج إنشاء، أي هندسة ما، تتيح التوصل إلى اليقين. أخيراً توفر الرياضيات إجراءات للاستدلال، منها خاصة برهان الخلف. لكن ليست هذه العلاقات بين الرياضيات والإلهيات هي الوحيدة في كتاب *دلالة الحائرين*. لقد نبّهنا سابقًا إلى وجود علاقة أخرى لا تقل أهمية، وهي الدور الذي تؤديه الرياضيات باعتبارها أداة استدلال داخل الإلهيات. والمثال الأكثر وجاهة في هذا الصدد مستعار من كتاب *المخروطات* لأبلونيوس وهو مثال الخط المستقيم المقارب للمنحني. يمكّن هذا المثال من تناول عقلي لمسألة العلاقة بين التخيل والتصور. ففي انتقاده لعلم الكلام يعتزم ابن ميمون إبطال أطروحة تقضي بأن «كل ما هو متخيل فهو جائز عند العقل». ولهذا الغرض يقدم على إثبات سلب هذه القضية: ثمة أشياء لا يمكن تخيلها، أي لا يمكن تصورها بالخيال بأي وجه من الوجوه، ومع ذلك فإنه يمكن إثبات وجودها بالعقل. يعني ذلك أنه لا يوجد أي مبدأ يسمح بالانتقال بواسطة المخيلة إلى الحقيقة المتيافيزيقية. يقول:

«اعلم أن ثم أشياء إن اعتبرها الإنسان بخياله فلا يتصورها بوجه، بل يجد امتناع تخيلها كامتناع اجتماع الضدين. ثم صح بالبرهان وجود ذلك الأمر الممتنع تخيله وإبرازه للوجود» (*دلالة الحائرين*، ص. ٢١٤).

لقد سبق أن بيّنا في مناسبة أخرى (Rashed 1987) أن ابن ميمون يتناول بهذه العبارات مسألة أثارها الرياضي السجزي في القرن العاشر مع تحويل لوجهتها، هي مسألة تخص إمكانية إقامة البرهان على أمور لا يمكن مع ذلك تصورها. ويعتمد ابن ميمون على نفس المثال الذي ناقشه السجزي وهو القضية II.14 من كتاب *المخروطات* لأبلونيوس المتعلقة بالخطوط المقاربة للقطع الزائد. إن المنحني والخطوط المقاربة له تتقارب كلما مددناها، ومع ذلك فإنها لا تلتقي أبداً:

«وهذا لا يمكن أن يتخيل ولا يقع في شبكة الخيال بوجه. وذانك الخطان أحدهما مستقيم والآخر منحنٍ كما بان هناك. فقد تبرهن وجود ما لا يتخيل ولا يدركه الخيال، بل هو ممتنع عنده» (*دلالة الحائرين*، ص. ٢١٥).

إن التخيل الذي يذكره ابن ميمون هو التخيل الرياضي، وحتى بالنسبة إليه فإنه لا يوجد أي شيء يؤمن بلوغه الحقيقة في الإلاهيات. ومع ذلك فإنه بوسعنا أن نؤكد بدون مجازفة أن ما يصدق بالنسبة إلى التخيل الرياضي هو أيضًا صادق بالنسبة إلى كل أشكال هذه الملكة. تبدو الإشارة إلى هذه القضية من المخروطات أقوى من مجرد المثال، إنها في نظر ابن ميمون طريقة يستعيرها الإلهي من الرياضيات.

ختامًا، فإن ابن ميمون على غرار أسلافه وجد في الرياضيات، وفي آن واحد، نموذجًا للإنشاء وإجراءات للبرهنة ووسائل للاستدلال. فليست الرياضيات في نظره مجرد مدخل لتعلم الفلسفة، ومن هنا نفهم أنه إنما سخّر وقته وطاقته لتحصيل معرفة - ولو متواضعة - لأنه اعتبر مثل سابقيه أن هذه المعرفة تمثل مهمة فلسفية في العمق، أي مهمة تقديم حلول رياضية لمسائل إلهية.

٢ - الرياضيات داخل التأليف الفلسفي والمنحى «الصوري» للأنطولوجيا: ابن سينا ونصير الدين الطوسي

يخصص ابن سينا (٩٨٠-١٠٣٧) في موسوعة *الشفاء* الضخمة كما في كتاب *دانش نامه* منزلة هامة متميزة للعلوم الرياضية. ولو اعتبرنا كتاب *الشفاء* وحده لوجدناه يخصص لها ما لا يقل عن أربع مؤلفات يجب أن نضيف إليها كتابات مستقلة في علم الهيئة والموسيقى. ويكتسي حضور الرياضيات في هذه المؤلفات معنيين. المعنى الأول يمثله الكندي وخلفاؤه. لقد كان اهتمام الكندي بالرياضيات باعتباره فيلسوفًا ورياضيًا. فقد كان رياضيًا في كتاباته في المرايا المحرقة وفي المناظر وعمل الرخامة والهيئة، وكذلك في شرحه لأرشميدس. إلا أن الرياضيات كانت أيضًا مصدر إلهام ونموذج استدلال بالنسبة إلى الفيلسوف. لقد استمرت سنّة الكندي بعده في كتابات محمد بن الهيثم. أما ابن سينا فقد كان انتسابه إلى هذه السنّة جزئيًا. وكانت معرفته بالرياضيات واسعة إلا أنها تقليدية، إذ كان مُلمًا بمؤلفات أقليدس ونيقوماخوس الجهراسيني وثابت بن قرة في حول الأعداد المتحابة. وكانت له معرفة بعلم الجبر في بدايته وبنظرية الأعداد وبعض الأعمال في التحليل الديوفنطسي، لكنه فيما يبدو كان يجهل نتائج البحث المعاصر له، كما يظهر ذلك في تصريحاته حول الشكل المسبع المتساوي الأضلاع. يمكننا الجزم بدون مجازفة أن اطلاع ابن سينا كان على قدر من الجودة يسمح له بالاشتغال ببعض التطبيقات الرياضية لكن بدون أن يكون قد أقدم على عمل في البحث حقيقي. من الخطأ إذن أن نحصر معرفة ابن سينا بالرياضيات في *أصول* أقليدس أو في *المدخل إلى علم العدد* لنيقوماخوس، ونخطئ أيضًا لو جعلنا منه رياضيًا من مستوى رياضيي القرن العاشر، كما كان الكندي في مستوى رياضيي القرن التاسع. يختلف دور الرياضيات في نظر ابن سينا - الذي كان منطقيًا كبيراً وفيلسوفًا إلاهيًا وطبيبًا - عمّا كان عليه في نظر الكندي. فلم تعد مصدر إلهام لبعث البحوث الفلسفية فقط بل هي جزء لا يتجزأ من التأليف الفلسفي، وهذا هو

معنى حضور أربعة كتب مخصصة على التوالي إلى الرباعي quadrivium، في موسوعة *الشفاء*. المسألة كلها تتمثل في تقرير نتائج هذا الحضور.

وبالفعل، إذا اكتفينا بتصريحات ابن سينا في خصوص منزلة الرياضيات وطبيعة موضوعاتها وعدد فروعها، فإننا نستنتج أن ابن سينا هو وريث للتقليد إذ يحدد منزلة الرياضيات بالاعتماد على النظرية الأرسطية في تصنيف العلوم المؤسسة بدورها على مذهب الوجود الشهير، ويحدد موضوعاتها بالاعتماد على نظرية التجريد الأرسطية. أما عدد فروعها، فهو نفسه الذي خلفه التقليد اليوناني القديم. فالرياضيات هي إذن «العلم الأوسط» في فروع الفلسفة النظرية الثلاثة التي تتوزع موضوعاتها بين الطبيعيات والرياضيات والإلهيات حسب ترتيب يتّبعه كتاب *الشفاء* يعتمد على معياري درجات مادية المواضيع وحركتها. فالرياضيات تهتم إذن بمواضيع مجردة من المحسوسات ومفارقة للأشياء الطبيعية المادية والمتحركة. وفروعها هي الحساب والهندسة والهيئة والموسيقى. هذا المذهب في تصنيف العلوم هو المذهب الذي يعود إليه ابن سينا دائمًا سواء في *المدخل* أو في *الإلهيات*، وكذلك في رسالة صغيرة خصصها لتصنيف العلوم.

«فأصناف العلوم، إما أن تتناول إذن اعتبار الموجودات من حيث هي في الحركة تصوراً وقوامًا، وتتعلق بمواد مخصوصة الأنواع، وإما أن تتناول اعتبار الموجودات من حيث هي مفارقة لتلك تصوراً لا قوامًا، وإما أن تتناول اعتبار الموجودات من حيث هي مفارقة قوامًا وتصوراً.

فالقسم الأول من العلوم هو العلم الطبيعي، والقسم الثاني هو العلم الرياضي المحض وعلم العدد المشهور منه. وأما معرفة طبيعة العدد من حيث هو عدد فليس لذلك العلم. والقسم الثالث هو العلم الإلهي. وإذ الموجودات في الطبع على هذه الأقسام الثلاثة، فالعلوم الفلسفية النظرية هي هذه . وأما الفلسفة العملية فإما أن تتعلق بتعليم الآراء التي تنتظم باستعمالها المشاركة الإنسانية العامية وتعرف بتدبير المدينة وتسمى علم السياسة، وإما أن يكون ذلك التعلق بما تنتظم به المشاركة الإنسانية الخاصية وتعرف بتدبير

المنزل، وإما أن يكون ذلك التعلق بما تنتظم به حال الشخص الواحد في زكاء نفسه ويسمى علم الأخلاق» (*المدخل*، ص. ١٤).

لا جديد في هذا التصور. وإذا مكثنا عند هذا الانحياز الأرسطي، فإننا لن ندرك دور الرياضيات الحقيقي في كتاب *الشفاء*. قد يتوجب علينا أن نتساءل قبل كل شيء عمّا إذا كان هذا الموقف المبدئي يتوافق مع معرفة ابن سينا بالرياضيات، وعمّا إذا كان التصنيف النظري يعكس تصنيفاً واقعياً محتملاً للرياضيات. إلا أن قياس التباعد بين التصنيفين - إن كان ثمة تباعد - يستدعي التعرف قبل ذلك على دراسات ابن سينا الرياضية. لن نتعرض هنا إلا إلى علم الحساب حتى لو كانت الهندسة قد وفرت لابن سينا مواضيع تفكير (نذكر على سبيل المثال المسلمة الخامسة في كتاب *دانش نامه*).

لنبدأ من سيرة ابن سينا: الكل يعلم - من شهادات مؤرخي المؤلفين والمصنفات كالبيهقي وابن العماد وابن خلكان وابن أبي أصيبعة - أن ابن سينا تلقن الحساب الهندي والجبر في نفس الفترة التي تعلم فيها الفلسفة وأنه لم يدرس المنطق وكتاب *الأصول* لأقليدس و*المجسطي* إلا لاحقاً. يروي البيقهي أنه:

«لما بلغ عشر سنين حفظ أشياء من أصول الأدب وأبوه كان يطالع ويتأمل رسالة إخوان الصفاء، وهو أيضاً يتأملها أحياناً. وكان أبوه يوجهه إلى بقال يبيع البقل ويعرف حساب الهند والجبر والمقابلة يقال له محمود المساح» (*تاريخ حكماء الإسلام*، ص. ٥٣).

ويروي ابن العماد نقلاً عن ابن خلكان نفس الخبر:

«ولما بلغ عشر سنين من عمره كان قد أتقن علم القرآن العزيز والأدب وحفظ أشياء من علوم الدين وحساب الهند والجبر والمقابلة» (*شذرات الذهب*، III، ص. ٢٣٤).

ويقول ابن سينا: «وأخذ (أبي) يوجهني إلى رجل كان يبيع البقل ويقوم بحساب الهند حتى أتعلمه منه» (القفطي، *تاريخ الحكماء*، ص. ٤١٣؛ ابن أبي أصيبعة، *عيون الأنباء*، ن ١٩٦٥، ص. ٤٣٧).

لم يكن هذان الفرعان الحديثان - الحساب الهندي والجبر - معروفين عند الفلاسفة الإسكندرانيين، ولم يمكن أن يأخذا مكانهما في تصنيف العلوم التقليدي بدون أن يحدثا على الأقل تغيراً في نظامه العام أو أن يقلبا التصورات التي يقوم عليها، ولم يكن حضورهما في تصنيف ابن سينا إلا بعنوان «الأقسام الفرعية» للحساب. ولا نجد عند ابن سينا تفسيراً لعبارة «الأقسام الفرعية» بل يقتصر على تعدادها:

«من فروع العدد عمل الجمع والتفريق بالهندي، وعمل الجبر والمقابلة. ومن فروع الهندسة علم المساحة وعلم الحيل المتحركة وعلم جر الأثقال وعلم الأوزان والموازين وعلم الآلات الجزئية وعلم المناظر والمرايا وعلم نقل المياه. ومن فروع علم الهيئة عمل الزيجات والتقاويم، ومن فروع علم الموسيقى اتخاذ الآلات العجيبة الغريبة مثل الأرغل وما أشبهه» (*أقسام العلوم العقلية*، ص. ١١٢).

هكذا فقط نعرف أن الحساب الهندي والجبر هما من الأجزاء الفرعية لعلم العدد. لكن عدد الفروع التي يذكرها ابن سينا في تصنيفه لا يقف عندهما. وقد ذكرنا سابقًا الكتاب الذي خصصه ضمن *الشفاء* للعلم المسمى أرثماطيقي ويجب أن نضيف إليه فرعين آخرين. أولهما هو الحساب الذي لم يحدّد ابن سينا منزلته وإن كان ذكره باسمه، أما الثاني وهو التحليل الديوفنطسي الصحيح فإنه لا يمثل هنا إلا من خلال موضوعاته.

ثمة إذن ستّة فروع، وهي: نظرية الأعداد والحساب الهندي والجبر والحساب والتحليل الديوفنطسي الصحيح، هذه الفروع تتداخل وأحيانًا تتطابق لتشمل دراسة الأعداد. إن واقع الرياضيات هو ببداهة أكثر تعقداً مما كان يبدو عليه حسب التخطيط العام لتصنيف العلوم. لكننا لن نستطيع فك هذا التشابك بين هذه الفروع وتوضيح علاقاتها إن لم نذكر بإيجاز أعمال الرياضيين آنذاك. فقد كانوا يميزون بين الحساب المندرج في السنة الهلينستية وتطويرها العربي ويخصونه باسم «علم العدد» من جهة وبين ما يسمونه بالارثماطيقي. ويحيل هذا الفرعان

على الرغم مما يوجد بينهما من قرابة إلى سنتين متميزتين. إذ تحيل عبارة «علم العدد» عن السواء إلى الكتب الأرثماطيقية من كتاب *أصول* أقليدس وإلى أعمال لاحقة كأعمال ثابت بن قرة، في حين إن التسمية اليونانية المعجمة أي الأرثماطيقا، كانت تطلق على سنّة الفيثاغوريين المحدثين في علم العدد بالمعنى الذي قصده نيقوماخوس الجهراسيني في كتاب *المدخل*، مع أن ثابت بن قرة كان قد نقله تحت عنوان *المدخل إلى علم العدد* (انظر قائمة المصادر). يبدو هذا الفرق في التسمية – وإن لم يكن منسقاً تماماً – وكأنه يقيس المسافة بين هذين الفرعين. ولنتبين كيف فهم الرياضيون فيما بعد هذا الفارق، لنقرأ ابن الهيثم في هذا الصدد:

> «وخواص العدد تتبين على وجهين: أحد الوجهين هو الاستقراء، فإنه إذا استقريت الأعداد وميزت، وجدت بالتمييز والاعتبار جميع الخواص التي لها. ووجود خواص العدد بهذا الوجه يسمى الأرثماطيقي، ويتبين ذلك في كتاب الأرثماطيقي. والوجه الآخر الذي يتبين خواص العدد هو البراهين والمقاييس. وجمع خواص العدد المدركة بالبراهين هو الذي تتضمنه هذه المقالات الثلاث [لأقليدس] أو ما يرجع إليها» (Rashed 1980، ص. ٢٣٦).

هنالك إذن علمان متميزان في نظر هذا الرياضي البارز. ولهذه الملاحظة أهمية بالغة، خصوصاً أن ابن الهيثم كان يلح دائماً، وبدون استثناء، على توفير براهين صارمة. وفعلاً فقد وفرت هاتان السنّتان – في القرن العاشر على الأقل – تصوراً واحداً للموضوع الرياضي: نظرية للأعداد الصحيحة ممثلة بمقاطع خطوط، إلا أن نظرية الأعداد كانت خاضعة لمعيار برهاني اضطراري، في حين كان الحساب يكتفي بمجدر الاستقراء. إذن، وفي نظر علماء القرن العاشر لم يكن اختلاف السنّتين يتجاوز التمييز بين منهجيتين ومعيارين للمعقولية.

ونجد فعلاً عند ابن سينا تعبيراً عن نفس التصور للعلاقة بين هذين الفرعين للرياضيات. يرد علم الأرثماطيقي مرتين في كتاب *الشفاء*. مرة أولى في كتاب الهندسة حيث يعرض ابن سينا تلخيصاً للأجزاء الأرثماطيقية من *أصول* أقليدس، ومرة ثانية عرض فيها تحريره الخاص لكتاب الأرثماطيقي، وهو تحرير سوف

يتداول ويدرس من بعد طيلة قرون، مع أن الأسس الحقيقية لهذه الصياغة مأخوذة في أغلبها وباعتراف ابن سينا من كتاب *الأصول*. قد يفسر هذا التصور للعلاقة بين هذين الفرعين للرياضيات لماذا لم يقتصر ابن سينا على تلخيص موجز لنيقوماخوس كما فعل بنظرية الأعداد في *أصول* أقليدس. ويتضح عندئذٍ ابتعاده عن التقليد الفيثاغوري المحدث إذا طردت من الأرثماطيقي - باعتبار أنه علم - كل الخواطر الأنطولوجية والكسمولوجية التي كانت تثقل مفهوم العدد ولم يبق إلا المرمى المشترك لكل فروع الفلسفة - نظرية كانت أو عملية - ألا وهو تحصيل كمال النفس. فالفيثاغوريون هم المستهدفون بهذا الانتقاد. يقول ابن سينا:

«ومن عادة المتكلمين في صناعة العدد أن يوردوا في هذا الموضع وفيما يجري مجراه كلاماً خارجاً عن الصناعة ومع ذلك خارجاً عن عادة البرهانيين وأشبه شيء بقول الخطباء والشعراء. فليهجر ذلك» (*الأرثماطيقي*، ص. ٦٠. ملاحظة: يوضح ابن سينا إشارته إلى «المتكلمين في صناعة العدد» إذ يسميهم في نفس السياق بالفيثاغوريين).

مع هجره لهذا التقليد، بوسع ابن سينا أيضًا أن يهجر هنا جزئيًا اللغة التقليدية وأن يستعيض عنها بلغة الجبريين للتعبير عن قوى العدد الصحيح المتتالية، كما فعل الفلاسفة باستعمال عبارات «مال» و«كعب» و«مال مال» أسماءاً لتلك القوى (نفس المرجع، ص. ١٩).

في هذه الحالات، لم يعد هناك مانع من أن يدرج ابن سينا في كتاب *الأرثماطيقي* نتائج وقع تحصيلها في مواقع أخرى بدون أن يضطر إلى ذكر براهينها، وإن كانت تلك البراهين موجودة ومتوفرة. هذا ما فعله عندما تقبل بأسلوبه الأقليدسي الخالص وبدون برهان مبرهنة ثابت بن قرة في خصوص الأعداد المتحابة وكذلك عندما ذكّر بالعديد من مسائل التوافق.

«إذا جمعت أعداد زوج الزوج والواحد معهما، فاجتمع عدد أول بشرط أن يكون إذا زيد عليهما آخرها ونقص الذي قبله كان المبلغ بعد الزيادة والمبلغ بعد النقصان أوليًا. فضرب المبلغ المزيد عليه في المبلغ المنقوص، ثم

ضرب ما اجتمع في آخر المجموعات، حصل عدد له حبيب، وحبيبه العدد الذي يكون من زيادة مجموع الزائد والناقص المذكورين ضرباً في آخر المجموعات على العدد الموجود أولاً الذي له حبيب وهما متحابان» (*الشفاء*، *الأرثماطيقي*، ص. ٦٩).

ينبغي أن نضيف إلى هاتين السنتين سنة ثالثة يشير إليها ابن سينا. ففي الجزء المنطقي من *الشفاء* والذي يخص البرهان، يذكر ابن سينا مثالاً لأول حالة لنظرية فرما (Fermat) وقد سبق أن تناوله رياضيان على الأقل في القرن العاشر، هما الخجندي والخازن:

«لو إن إنساناً سأل ... عن عددين مكعبين هل يجتمع منهما مكعب كما يجتمع من عددين مربعين مربع، فقد سأل مسألة حسابية» (*البرهان*، ص. ١٩٤-١٩٥).

يتبين لنا بدقة أن عبارة «حساب» تبدو كأنها تدل على فرق معرفي يشمل معاً فروعاً مختلفة عن النظرية الإقليدية في الأعداد وعن الأرثماطيقي، إذ يبدو أن ابن سينا يقصد بها علماً يشتمل على كل العلوم المتناولة للأعداد، منطقة كانت أو صمّاء جبرية. ولا تبقي الفقرة الأخيرة من كتاب *الأرثماطيقي* مجالاً للشك في ذلك، إذ نقرأ فيها ما يلي:

«فهذا ما نقوله في علم الأرثماطيقي وقد تركنا أحوالاً اعتبرنا ذكرها في هذا الموضع خارجة عن قانون الصناعة. وقد بقي في علم الحساب ما يغني في الاستعمال والاستخراج وهو في العمل مثل الجبر والمقابلة والجمع والتفريق الهندي وما يجري مجراها. والأولى في أمثال ذلك أن تذكر في الفروع» (*الأرثماطيقي*، ص. ٦٩).

كل الدلائل تشير إلى أن ابن سينا قد قصر دراسته في *الأرثماطيقي* وفي تلخيصه لكتب الحساب لأقليدس على الأعداد الصحيحة الطبيعية، شأنه في ذلك شأن معاصريه. وبمجرد أن تعترضه مسائل تستدعي النظر في الشروط اللازمة لمعرفة إن كان العدد منطقاً أو أصمَّ، سواء كان بالبحث عن نتيجة منطقة وموجبة أو بصفة أعم

بالنظر في فئة من الأعداد الصّمّ، فإن ذلك النظر يجد نفسه خارج هذين العلمين. تشتمل إذن عبارة «الحساب» على كل هذه البحوث التي تجري في فروع مختلفة مثل الجبر والحساب الهندي وغيرها من الفروع الشبيهة لها. وتكتسي هذه الفروع وجهًا أداتيًا تطبيقيًا إن صح التعبير يجعلها في تقابل مع نظرية الأعداد القديمة. وبالفعل، فإن ابن سينا يعتمد على هذا المظهر الأداتي والتطبيقي ليميز داخل تصنيفه جملة «الأقسام الفرعية» ويعرفها بحسب ذلك. وكذلك كان الشأن بالنسبة إلى «الأقسام الفرعية» للعلم الطبيعي وهي الطب والتنجيم والفراسة وتعبير الرؤى والكهانة وعلم الطلاسم والشعوذة والكيمياء.

لكن لكي نفهم ابتعاد ابن سينا عن التصنيفات التقليدية اليونانية والهلينستية وعن تصنيفه النظري هو بالذات، فإنه يجدر بنا الرجوع إلى واحد من أسلافه وهو الفارابي (٨٧٢-٩٥٠). إن معرفة ما إذا كانت لرسالة ابن سينا في *أقسام العلوم العقلية* صلة بتصنيف الفارابي للعلوم هي مسألة أثارها شتاينشنايدر (Steinschneider) لأول مرة وكان جوابه أن لا علاقة بين الدراستين. وأكد فيدمان (Wiedemann) فيما بعد (١٩٧٠، ص. ٣٢٧) هذا الرأي إذا اعتبر أن ابن سينا يقدم عرضًا للعلوم مستقلة بعضها عن بعض خلافًا للفارابي الذي يعرف العلوم ويحدد خاصياتها بحسب تبعيتها بعضها لبعض.

إن المقارنة بين الأثرين هي أمر لازم إذ يبين فحص «الأقسام الفرعية» التي يذكرها ابن سينا أنها لا تختلف عن الفروع التي يجمعها الفارابي تحت عنوان «علم الحيل» ويعرفها كما يلي:

> «وأما علم الحيل، فإنه علم وجه التدبير في مطابقة جميع ما يبرهن وجوده في التعاليم التي سلف ذكرها بالقول والبرهان على الأجسام الطبيعية وإيجادها ووضعها فيها بالفعل» (*إحصاء العلوم*، ص. ١٠٨).

يتمثل موضوعُ الرياضيات حسب الفارابي في الخطوط والسطوح والأجسام والأعداد، وتنظر فيها الرياضيات على أنها معقولة بذاتها و«منتزعة» أي مجردة من الأشياء الطبيعية، وتقتضي معرفة المعاني الرياضية أو تحقيقها إراديًا في

الموجودات المادية تصميمُ إجراءات واختراعُ طرق تمكن من تجاوز العقبات المتأتية من الوجود المادي والحسي لتلك الأشياء. ومن جملة هذه «التدابير» التي يشملها علم العدد، يذكر الفارابي «العلم المعروف عند أهل زماننا بالجبر والمقابلة وما شاكل ذلك» (نفس المرجع، ص. ١٠٩) مضيفاً أنه «مشترك للعدد والهندسة».

«وهو يشتمل على وجوه التدابير في استخراج الأعداد التي سبيلها أن تستعمل فيما أعطى أقليدس أصولها من المنطقة والصم في المقالة العاشرة من كتابه في *الأسطقسات* وفيما لم يذكر منها في تلك المقالة. وذلك أن المنطقة والصم لما كانت نسبة بعضها إلى بعض كنسبة أعداد إلى أعداد كان كل عدد نظيراً لعظم ما منطق أو أصم. فإذا استخرجت الأعداد التي هي نظائر نسب الأعظام فقد استخرجت تلك الأعظام بوجه ما. فلذلك تجعل بعض الأعداد منطقة لتكون نظائر للأعظام المنطقة، وبعض الأعداد صماً لتكون نظائر للأعظام الصم» (نفس المرجع، ص. ١٠٩).

يميز هذا النص الحاسم علم الجبر حسب اعتبارين، فهو علم يقيني كسائر العلوم، لكنه مع ذلك لا يمثل مجالَ تطبيق لعلم واحد، بل لعلمين هما الحساب والهندسة. أما موضوعه فيشمل على السواء المقاديرَ الهندسية والأعدادَ المنطقة منها والصّمّ الجبرية. إزاء هذا الفرع الجديد من المعرفة لا يسع التصنيفات الجديدة للعلوم - إن كانت تطمح إلى الشمولية والاستقصاء - إلا تقبله بحكم الواقع وهي مضطرة إلى تقديم مبررات - أيّا كانت - لتَخليها عن بعض الأطروحات الأرسطية. لهذا الغرض إذن صيغت تسميات مثل «علم الحيل» و«أقسام فرعية» حتى يمكن ترتيب مجال غير أرسطي داخل تصنيف يبقى منطلقه أرسطياً.

إن لهذا التحوير على الصعيد الفلسفي مدى أوسع وبالأخص أعمق من أن يكون مجرد تغيير في التصنيف. إذا كانت أحقية الجبر في منزلته العلمية عامة مع أنه مشترك للحساب وللهندسة فذلك لأن موضوعه «المجهول الجبري» أو «الشيء» يشير على السواء إلى العدد والمقدار الهندسي. بل أكثر من ذلك لما كان من الممكن أن يكون العدد منطقًا أو أصمّ، فإن «الشيء» يشير إلى مقدار لا يمكن

معرفته إلا بالتقريب، يجب إذن أن يكون موضوع الجبريين له عمومية تسمح له بقبول مضامين مختلفة. ومع ذلك يجب أن يكون وجوده مستقلاً عن محدداته ومضامينه إذ إن هذا الاستقلال هو الضامن لتحسين معرفته التقريبية.

من البديهي أن النظرية الأرسطية لا تستطيع تحديد المنزلة الأنطولوجية لمثل هذا الموضوع وهذا ما يوجب ابتكار نظرية أنطولوجية جديدة تسمح بالتحدث عن موضوع لا يملك خاصيات تحدد مصدر تجريده. ويجب أن تكون هذه الأنطولوجيا على نحو يتيح لنا معرفة موضوع ما من غير أن نكون قادرين على تصوره بالتحديد.

ونشاهد فعلاً ابتداءً بالفارابي وفي الفلسفة الإسلامية تطوراً أنطولوجيًا «صوريًا» إلى حدّ ما يكفي للاستجابة إلى المتطلبات التي ذكرناها. في هذه الأنطولوجيا، يكتسي «الشيء» معنى أعم من معنى الوجود. يقول الفارابي في هذا الصدد: «الشيء قد يقال على كل ما له ماهية ما كيف كان، كان خارج النفس أو كان متصوراً على أي جهة كان». أما «الموجود، (ف) إنما يقال على ما له ماهية خارج النفس ولا يقال على ماهية متصورة فقط» بحيث إنه يمكن أن يقال عن المحال إنه «شيء» ولا يقال إنه موجود (*الحروف*، ص. ١٢٨).

سوف يتأكد على صعيد تاريخ الرياضيات هذا الاتجاه «الصوري» في الفترة ما بين الفارابي وابن سينا، إذ يعطي الكرجي خصوصاً منزلة أعم إلى الجبر، ويؤكد توسع معنى العدد، في حين يذهب البيروني وهو معاصر لابن سينا إلى أبعد من ذلك ولا يتردد في القول:

«لمحيط الدائرة إلى قطرها نسبة ما، فلعدده إلى عدده كذلك نسبة وإن كانت صمّاء» (*القانون المسعودي*، I، ص. ٣٠٢).

على صعيد فلسفي وباعتبار التزامه الميتافيزيقي يستوعب ابن سينا تصور الفارابي داخل نظرية أكثر نسقية يعرضها في كتاب *الشفاء*. فالشيء هو - كالموجود والضروري - معطى أول «يرتسم في النفس ارتساماً أوليًا» بحيث يكون مبدءاً لكل المعاني الأخرى. إلا أن «الموجود يحيل إلى مُثَبت ومحصل في حين إن الشيء هو ما يقع عليه الوصف. فكل موجود شيء لكن العكس غير صحيح وإن كان

من المستحيل أن يكون الشيء لا موجوداً في الأعيان ولا موجوداً في الذهن» (*الالهيات*، I، ص. ٢٩ و١٩٥ وما يليها). لا يتسع المجال هنا لعرض مذهب ابن سينا في الأنطولوجيا، ويكفينا أن نذكر أنه ليس أفلاطونيًا ولا أرسطيًا فهذه الأنطولوجيا مستوحاة - جزئيًا على الأقل - من المكاسب الرياضية.

إذا كانت الرياضيات جعلت ابن سينا ينحو بنظرية الوجود في اتجاه نوعًا ما صوري، فقد كان لها أيضًا تأثير في أنطولوجيا الفيض، وسوف نعرض لذلك فيما بعد عند الحديث عن شرح الطوسي.

٣- من صناعة الاكتشاف إلى صناعة التحليل

مثّل ازدواج نظام العرض ونظام الاكتشاف مسألة اعترضت سبيل الرياضيين في القرن التاسع لأسباب داخلية في تطوير اختصاصهم. ومن الطبيعي جداً أن تطرح مسألة تماثل هذين النظامين في خصوص كتاب *الأصول* لأقليدس، ذلك الكتاب الذي مثّل نموذجًا في الكتابة الرياضية في ذلك التاريخ وبعده لعدة قرون. خصص ثابت بن قرة لهذه المسألة مصنّفًا أكد فيه أن نظام العرض في كتاب *الأصول* هو نظام البراهين المنطقية وأنه مختلف عن نظام الاكتشاف. وطور نظرية سيكولوجية - منطقية خصصها لوصف الاكتشاف الرياضي، تضعنا هذه المبادرة داخل مجال هو نوعًا ما من قبيل فلسفة الرياضيات.

مسألة النظام هذه سرعان ما وقع احتواؤها داخل إشكالية أعم، وهي إشكالية التحليل والتركيب. لقد سبق أن ألمح جالينوس وپاپوس وپرقلس إلى هذا المبحث، لكن لم يكن ذلك إلا بصفة عابرة ولم يبلغ هذا المبحث الأبعاد التي أخذها في القرن العاشر. فقد كان لتطور الرياضيات وتطرقها إلى أبواب جديدة تأثير كبير في توسيع وفهم هذا المبحث، واكبهما تطوير فلسفة حقيقية للرياضيات. نشهدها في بلورة منطق فلسفي للرياضيات، ثم في تصور مشروع لصناعة الاكتشاف، وأخيراً في مشروع لصناعة التحليل.

كانت البداية في ما يبدو مع إبراهيم بن سنان (٩٠٩-٩٤٦) الذي ألف كتاباً خصصه كلياً للتحليل والتركيب وحدهما: «في طريق التحليل والتركيب وسائر الأعمال في المسائل الهندسية» (Rashed -Bellosta 2000)، إن أهمية هذا الحدث واضحة إذ صارت عبارتا التحليل والتأليف تشيران إلى مجال يمكن لعالم الرياضيات الانكباب عليه بوصفه هندسياً وفيلسوفاً منطقياً. لننصت إلى ابن سنان وهو يقدم مشروعه وغايته:

«فرسمت في هذا الكتاب طريقاً للمتعلمين، يشتمل على جميع ما يحتاج إليه في استخراج المسائل الهندسية على التمام. وبينت فيه أقسام المسائل الهندسية بقول مجمل. ثم قسمت الأقسام وأوضحت كل قسم منها بمثال. ثم أرشدت المتعلم إلى الطريق الذي يعرف به في أي قسم منها يدخل ما يلقى عليه من المسائل، ومع ذلك كيف الوجه في تحليل المسائل - وما يحتاج إليه في التحليل من التقسيم والاشتراط - والوجه في تركيبها - وما يحتاج إليه من الاشتراط فيه -، ثم كيف يعلم هل المسألة مما يخرج مرة أو مراراً، وبالجملة سائر ما يحتاج إليه في هذا الباب.

وأومأت إلى ما يقع للمهندسين من الغلط في التحليل باستعمالهم عادة قد جرت لهم في الاختصار المسرف. وذكرت أيضًا لأي سبب يقع للمهندسين في ظاهر الأشكال والمسائل خلاف بين التحليل والتركيب، وبيّنت أنه ليس يخالف تحليلهم التركيب إلا في باب الاختصار، وأنهم لو وفوا التحليل حقه، لساوي التركيب، وزال الشك عن قلب من يظن بهم أنهم يأتون في التركيب بأشياء لم يكن لها ذكر في التحليل من قبل ما يرى في تركيبهم من الخطوط والسطوح وغيرها مما لم يكن له ذكر في التحليل. وبيّنت ذلك، وأوضحته بالأمثلة. وأتيت بطريق يكون التحليل فيه على جهة يوافق التركيب. وجذرت من الأشياء التي يتسمّح بها المهندسون في التحليل، وبيّنت ما يلحق من الغلط إذا تسمح بها» (نفس المرجع، ص. ٩٨-٩٦).

تبدو غاية ابن سنان واضحة، ويبدو مشروعه جيد التصميم. إذ يتمثلان في

تصنيف المسائل الهندسية بحسب معايير مختلفة حتى تتبين طرق إجراء التحليل والتركيب في كل صنف وحتى تنظر مواضع الغلط فيمكن تجنبه. وفي ما يلي تقديم إجمالي لتصنيفه:

١- المسائل التي تعطى فرضياتها كاملة

١.١ المسائل الصحيحة

١.٢ المسائل التي يستحيل حلها

٢- المسائل التي ينبغي تغيير بعض فرضياتها

٢.١ المسائل التي ينبغي مناقشتها

٢.٢ المسائل غير المحدّدة

٢.٢.١ المسائل غير المحدّدة على الإطلاق

٢.٢.٢ المسائل غير المحدّدة والتي ينبغي مناقشتها

٢.٣ المسائل الوافرة

٢.٣.١ المسائل غير المحدّدة التي وقعت لها إضافات

٢.٣.٢ المسائل التي ينبغي مناقشتها مع إضافات

٢.٣.٣ المسائل الصحيحة مع إضافات

يضاف إلى هذه الأقسام تصنيف القضايا بحسب الجهات.

يعتمد هذا التصنيف المعايير التالية: عدد الحلول، عدد الفرضيات ومدى تلاؤم الفرضيات واستقلالها المحتمل.

بعد ذلك بما يزيد على قرنين، أعاد السموأل النظر في هذا التصنيف للمسائل ليدققه معتمداً بدوره على معياري عدد الحلول وعدد الفرضيات (Ahmad et Rashed 1972)، فميز بين المسائل المحدودة والمسائل السيالة التي تقبل حلولاً غير متناهية العدد. زيادة على ذلك، فقد أدرج السموأل مفهوماً جديداً للمسائل التي لا يمكن تقريرها، أي المسائل التي لا يمكن إقامة البرهان على وجود أو عدم وجود حل لها (Rashed 1984, p. 52). ومع أنه لم يعط أمثلة في هذا الصدد فأقل ما نستطيع قوله هو أنه باعتباره عالم رياضيات قد غيّر وجهة المفاهيم الأرسطية

للضروري والممكن والممتنع في اتجاه معاني هي قابلية المسائل للحل وعدم تقررها دلاليًا.

ثمة مسائل منطقية أخرى يناقشها ابن سنان في كتابه، منها مسألة منزلة التمثيلات المساعدة ومسألة انعكاس التحليل ومسألة استعمال برهان الخلف. يبدو التحليل والتركيب في هذا الكتاب وكأنهما فرعان من الرياضات ومنهجان لها في نفس الوقت. فالتحليل هو في حقيقة الأمر منطق فلسفي وعملي إذ يمكن من الاقتران بين صناعة للاكتشاف وصناعة للاستدلال، أما التركيب فهو إجراء يتأسس على نظرية في الاستدلال اجتهد ابن سنان على تطويرها.

بعده بجيل تصور الرياضي السجزي (الثلث الأخير من القرن العاشر) مشروعًا لصناعة الاكتشاف مختلفًا عن تصور ابن سنان، تستجيب هذه الصناعة إلى متطلبات التعليم والمنطق معًا. بادر السجزي باستعراض مناهج معدة لتيسير الاكتشاف الرياضي، من بينها طريقة «التحليل والتركيب» - وهي الأهم - مرفوقة بطرق خاصة من شأنها أن تمنح التحليل والتأليف وسائل فعلية للاكتشاف. من هذه الطرق نذكر طريقة التحويلات الجزئية وطريقة الحيل. تشترك هذه الطرق الخاصة في تضمنها لفكرة تحويل الأشكال والقضايا وطرق حل المسأل وإدخال تغييرات فيها. يقول السجزي في تقديم ملخص لمشروعه:

«ولما كان الفحص عن طبائع الأشكال وخواصها بذواتها لا يخلو من أحد وجهين: إما أن نتوهم لزوم خواصها بتغيير أنواعها توهمًا يلتقط من الحس أو باشتراك الحس، وإما أن يوضع تلك الخواص وما يلزمها أيضًا بالمقدمات أو بالتوالي لزومًا هندسيًا».

في نظر السجزي، لا تشمل صناعة الاكتشاف إلا سبيلين أساسيين بحث يمكن ضم الطرق الخاصة كلها حول السبيل الأول في حين أن السبيل الثاني ليس شيئًا غير التركيب والتحليل؛ وما يميز فعلاً تصور السجزي ويعكس طرافة إسهامه يتمثل في هذا التمييز من جهة وفي طبيعة السبيل الأول من جهة أخرى، وأخيراً في العلاقة الحميمية بينهما.

ومع ذلك، فإنه ينبغي ملاحظة أن السبيل الأول يزدوج بدوره بحسب معنيين للفظة «الشكل»، هذا اللفظ الذي اختاره مترجمو الكتب الرياضية اليونانية، وكلا اللفظين يشيران بدون تمييز إلى الرسم وإلى القضية.

لا يكلف هذا الازدواج التباسًا كبيراً طالما كان الرسم ينقل بالصورة وبطريقة ساكنة - إن صح التعبير - ما تنص عليه القضية، أي طالما بقيت الهندسة في جوهرها دراسة للأشكال. لكن الأمر يأخذ في التعقد بمجرد الشروع في نقل الرسوم وإدخال تغييرات عليها كما هو الشأن في بعض فروع الهندسة منذ أيام السجزي. في هذه الحالة، لا بد من تقديم توضيح يستدعيه الازدواج في دلالة لفظ «الشكل». لنبدأ بالمعنى الأول، أي بمعنى الشكل كرسم.

يوصي السجزي في رسالته بتوخي إجراء تغييرات على الأشكال في ثلاث حالات: في عمل النقل الجزئي وعند تغيير عنصر واحد من عناصر الشكل مع إبقاء العناصر الأخرى ثابتة وأخيراً عند اختيار إنشاء هندسي مساعد.

وتشترك هذه الإجراءات في عدة عناصر. فهي تشترك أولاً في غايتها إذ إن الغاية من النقل والتغيير هي دائمًا في البحث عن الصفات القارة للشكل المقترن بالقضية، أي الصفات التي يختص بها دون غيره، وهي بالذات ما ينص عليه الشكل بمعنى القضية. ويتعلق العنصر المشترك الثاني أيضًا بالغاية إذ إن النقل والتغيير يمثلان وسائل اكتشاف لتلك الصفات القارة. وهنا بالتحديد يكون للمخيلة دور من حيث هي ملكة للنفس قادرة على استخلاص الصفات القارة للأشياء وماهياتها من خلال كثرة المعطيات الحسية ومن خلال الصفات المتغيرة للأشكال. أما العنصر المشترك الثالث فهو يخص الدور المتميز - والذي يذكر به السجزي مراراً - للشكل باعتباره تمثلاً يركز المخيلة ويساعدها في عملها عندما تتناول صورها من الحس. وهنالك عنصر مشترك رابع لا يقل أهمية ويتصل بثنائية الرسم - القضية، وفيه نفي لوجود علاقة تناظر بين الرسم والقضية. فمن الممكن أن تكون القضية الواحدة موافقة لعدة رسوم مختلفة، كما أنه من الممكن أن يتفق الرسم الواحد مع فئة من القضايا. وقد عمد السجزي إلى عرض مطول لهذه الحالة

الأخيرة. إن هذه العلاقات الجديدة بين الرسم والقضية - التي كان السجزي حسب تقديري أول من أشار إليها - تستدعي افتتاح باب جديد في صناعة الاكتشاف هو باب تحليل الرسوم في علاقاتها بالقضايا. وهذا بالتحديد ما يبدو أن السجزي قد بادر به.

بعد ذلك بجيل، نجد ابن الهيثم (توفي بعد ١٠٤٠) يصمم مشروعًا آخر يتمثل في تأسيس صناعة علمية لها قواعدها ومعجمها الخاص. يبدأ ابن الهيثم بالتذكير بأن الرياضيات تقوم على البراهين. ما يقصده بالبرهان هو «القياس الدال بالضرورة على صحة نتيجته» (Rashed 1991, p. 36) و«هذا القياس هو مركب من مقدمات «يعترف الفهم بصدقها وصحتها ولا يعترضه شيء من الشبهات فيها، ومن نظام وترتيب لهذه المقدمات يضطر سامعه إلى تيقن لزومها واعتقاد ما ينتجه ترتيبها». وتوفر صناعة التحليل «طريق الظفر بهذه المقاييس وتصيد مقدماتها وتمحل الحيل في تطلبها». بهذا المعنى، تكون صناعة التحليل صناعة برهانية، وهي أيضًا صناعة للاكتشاف إذ بواسطتها يتوفق إلى «استخراج المجهولات من العلوم التعليمية، وكيفية تصيد المقدمات التي هي مواد البراهين الدالة على صحة ما يستخرج من مجهولاتها. وطريق للتوصل إلى ترتيب هذه المقدمات وهيئة تأليفها» (نفس المرجع، ص. ٣٨).

ما ينبغي تصميمه وإنجازه في نظر ابن الهيثم هو بالتأكيد صناعة في التحليل، ولا أعلم أن أحداً سبقه قد اعتبر التحليل والتركيب صناعة أو بالأحرى صناعة مزدوجة في البرهان وفي الاكتشاف. ففي صناعة التحليل، يجب على المحلل معرفة أصول الرياضيات ويجب أن تكون هذه المعرفة مدعومة بقدرة على تمحل الحيل و«حدس صناعي». ويتبين أن هذا الحدس الضروري للاكتشاف هو أيضًا ضروري عندما لا يكون التركيب مجرد انعكاس للتحليل بل يستدعي معطيات وخاصيات تكميلية ينبغي اكتشافها. إن معرفة الأصول والقدرة على تمحل الحيل والحدس هي وسائل لا بد من توفرها لدى المحلل حتى يتسنى له اكتشاف المجهولات الرياضية. ويبقى مع ذلك في حاجة أكيدة إلى معرفة قوانين هذه الصناعة ومبادئها التي تمثل

موضوعَ فرعٍ علميٍ هو بدوره في حاجة إلى التكوين، يخص أسس الرياضيات ويعالج «المعلومات». إن هذا المشروع خاص بابن الهيثم إذ لم يفكر أحد قبله - حتى ابن سنان نفسه - في تصور صناعة تحليلية مؤسسة في فرع للرياضيات خاص بها. وقد سخّر له مقالته في «المعلومات» كان قد وعد بتأليفها في كتاب *التحليل والتركيب*. يقدم ابن الهيثم هذا الفرع المستحدث باعتباره يوفر للتحليل قوانين الصناعة والأسس التي ينتهي عندها اكتشاف الخاصيات وإدراك المقدمات. بعبارة أخرى، فإن هذا الفرع يبلغ أسس الرياضيات التي قلنا عنها إن معرفتها ضرورية لاكتمال صناعة التحليل والتي يسميها ابن الهيثم *المعلومات*، تلك المعلومات التي يعود إلى ذكرها كلما عالج مسألة تتعلق بالأسس، كما هو الشأن مثلاً في رسالة *تربيع الدائرة*.

في نظر ابن الهيثم يعد المعنى من *المعلومات* إذا كان ثابتًا وغير قابل للتغير سواء كان موضوع تفكير من قبل العالم أو لم يكن كذلك. فتشير *المعلومات* إلى الخاصيات الثابتة مستقلة عن معرفتنا لها، التي تبقى على حالها من الاستقرار حتى عند تغير العناصر الأخرى المكونة للموضوع الرياضي. وتكون هذه «المعلومات» غاية المحلل إذ ينتهي عندها عمل التحليل ويمكن الشروع في عمل التركيب. فصناعة الاكتشاف ليست عملاً آليًا يخضع لضرورة عمياء، وإنما يمكّن من بلوغ «المعلومات» بقدر ما فيه من تدبر للحيل.

يتطلب إنشاء صناعة التحليل إذن إنشاء فرع رياضي متميز، ما زال منشوداً، من شأنه الإلمام «بقوانين وأصول» تلك الصناعة. فلا يمكن اختزال هذه الصناعة في منطق ما إذ إن الجانب المنطقي فيها منغمس في هذا الفرع الجديد من الرياضيات. وهكذا تتبين لنا حدود صناعة التحليل ومداها.

تشير هذه الإسهامات كما رسمناها باختزال إلى حالات اهتم فيها الرياضيون بفلسفة الرياضيات. وقبل ذلك شاهدنا حالات أخرى كان فيها فلاسفة - رياضيون ورياضيون-فلاسفة يسهمون في فلسفة الرياضيات. إن هذه الإسهامات لهي جزء من تاريخ الفلسفة، ومن تاريخ العلوم ومن تاريخ التفكير الرياضي في

«الإسلام الكلاسيكي». ويؤدي تناسبها إلى إفقار تاريخ الفلسفة وإلى بتر تاريخ الرياضيات.

ببليوغرافيا

Al-Bayhaqi: *Tārīkh Ḥukamā' al-Islām*, éd. Muhammad Kurd Ali, Damas 1946.

Al-Bīrūnī: *al-Qānūn al-Mas'ūdī*, éd. Hayderabad 1954.

Al-Fārābī: *Iḥṣā' al-'Ulūm*, éd. 'Uthmān Amīn, Le Caire 1968.
Al-Fārābī: *Kitāb al-Ḥurūf*, éd. Muhsin Mahdi, Beyrouth 1970.

Ibn Abī Uṣaybi'a: *'Uyūn al-Anbā' fī ṭabaqāt al-atibbā'*, éd. Nizār Riḍā, Beyrouth 1965.

Ibn al-'Imād: *Shadharāt al-dhahab fī akhbār man dhahab*, v. 3, Beyrouth (sans date).

Ibn Rushd, *Faṣl al-maqāl fīmā bayna al-ḥikma wa-al-sharī'a min al-ittiṣāl*, éd. M. 'Amāra, Le Caire, Dār al-Ma'ārif, 1983.

Ibn Sīnā:
Al-Shifā', al-Ilāhiyyāt (I), éd. George Anawati et Sa'id Zāyed, Le Caire 1960.
Al-Shifā', al-Ilāhiyāt (II), ed. Muḥammad Y. Mūsā, Sulaymān Dunyā and Sa'īd Zāyed, revue et introduite par Ibrahim Madkour, Le Caire 1960.
Al-Shifā': *al-Ḥisābī*, éd. 'Abd al-Ḥāmid Luṭfī Maẓhar, révisé et introduit par Ibrahim Madkour, Le Caire 1975.
Al-Shifā': *al-Manṭiq*, vol. IV: al-Qiyās, éd. Sa'īd Zāyed, introduction et révision Ibrahim Madkour, Le Caire 1964.
Al-Shifā': *al-Manṭiq*, vol. V: al-Burhān, éd. Afifi, dirigée par Ibrahim Madkour, Le Caire 1956.

Ibn Khallikān, *Wafayāt al-A'yān*, v. 2, éd. Iḥsan 'Abās, Beyrouth 1969.

Al-Kindī, *Rasā'il al-Kindī al-falsafiyya*, éd. Muḥammad 'Abd al-Hādī Abū Rida, Le Caire 1369/1950.

Maïmonide, *Dalālat al-Ḥā'irīn* (*Le Guide des Égarés*), éd. Hüseyin Atay, Ankara Üniversitesi, Ilâhîyat Fakültesî Yayinlari 93, Ankara 1972; reprod. Le Caire, s.d.

Al-Nadīm, *Kitāb al-fihrist*, éd. Riḍā Tajaddud, Téhéran 1971.

Nicomaque de Gérase, *Kitāb al-madkhal ilā 'ilm al-'adad (L'Introduction arithmétique)*, traduite par Thābit ibn Qurra, éd. Wilhem Kutsch, Beyrouth 1958.

al-Qifṭī, *Ta'rīḫ al-Ḥukamā'*, éd. Julius Lippert, Leipzig 1903.

Al-Ṭūsī, Naṣīr al-Dīn, *al-Ishārāt wa-al-Tanbīhāt*, éd. Sulaymān Dunyā, Le Caire 1971.

II

Salah Ahmad et Roshdi Rashed, *Al-Bahir en Algèbre d'As-Samaw'al*, Damas, Presses de l'Université de Damas, 1972.

Roshdi Rashed

1980 — "Ibn al-Haytham et le théorème de Wilson", *Archive for History of Exact Science*, vol. 22, n. 4, 1980, pp. 305-321.

1984a — *Mathématiques et philosophie chez Avicenne*, dans *Études sur Avicenne*, dirigées par Jean Jolivet et Roshdi Rashed, Collection sciences et philosophie arabes. Études et reprises, Paris, Les Belles Lettres, 1984, pp. 29-39.

1984b — *Entre Arithmétique et Algèbre. Recherches sur l'Histoire des Mathématiques Arabes*. Collection , Paris: Les Belles Lettres, 1984. Trad. anglaise: *The Development of Arabic Mathematics Between Arithmetic and Algebra*, Kluwer, Boston Studies in Philosophy of Science, 1994.

1987 — "Al-Sijzī et Maïmonide: Commentaire mathématique et philosophique de la proposition II-14 des Coniques d'Apollonius", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, n° 119, vol. 37, 1987, pp. 263-296. Traduction anglaise dans "Fundamenta Scientiae", vol. 8, n° 3/4, 1987, pp. 241-256.

1991 — "La philosophie mathématique d'Ibn al-Haytham. I: L'analyse et la synthèse", in *Mélanges de l'Institut Dominicain d'Etudes Orientales du Caire*, 20, 1991, pp.

31-231.
1993a — "Al-Kindī's commentary on Archimedes' "The Measurement of the Circle", *Arabic Sciences and Philosophy*, vol. 3.1, 1993, pp. 7-53.
1993b — *Géométrie et dioptrique au Xe siècle: Ibn Sahl, al-Qūhī et Ibn al-Haytham*, Les Belles Lettres, Paris.
1993c —*Les Mathématiques infinitésimales du IXe au XIe siècle*. Vol. II: *Ibn al-Haytham*, London, al-Furqān Islamic Heritage Foundation, 1993.
1993d — "La philosophie mathématique d'Ibn al-Haytham. II: Les Connus", in *Mélanges de l'Institut Dominicain d'Etudes Orientales du Caire* (*MIDEO*), 21, 1993, pp. 87-275.
1996 — *Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī*. Vol. I: *L'Optique et la Catoptrique d'al-Kindī*, Leiden, E.J. Brill, 1996.
1999 — *Combinatoire et métaphysique: Ibn Sīnā, al-Ṭūsī et al-Ḥalabī*, in Roshdi Rashed et Joël Biard (éds), *Les Doctrines de la science de l'antiquité à l'âge classique*, Ancient and Classical Sciences and Philosophy, Leuven, Peeters, 1999, pp. 61-86. Trad. allemande *Kombinatorik und Metaphysik: Ibn Sīnā, aṭ-Ṭūsī und Ḥalabī*, in Rüdiger Thiele (Hrg.), *Mathesis, Festschrift siebzigsten Geburtstag von Matthias Schramm*, Berlin, Diepholz, 2000, pp. 37-54.
2000 —*Les Mathématiques infinitésimales du IXe au XIe siècle*, vol. III: *Ibn al-Haytham. Théorie des coniques, constructions géométriques et géométrie pratique*, London, 2000.
2002 — *Les Mathématiques infinitésimales du IXe au XIe siècle*, vol. IV: *Méthodes géométriques, transformations ponctuelles et philosophie des mathématiques*, London.

Roshdi Rashed et Hélène Bellosta, *Ibrāhīm ibn Sinān. Logique et géométrie au Xe siècle*, Leiden, E.J. Brill, 2000.

Roshdi Rashed et Jean Jolivet, *Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī*. Vol. II: *Métaphysique et Cosmologie*, Leiden, E.J. Brill, 1998.

Eilhard Wiedemann, *Über al-Fârâbîs Aufzählung der Wissenschaften (De Scientiis)*, in *Aufsätze zur arabischen Wissenschafts-Geschichte*, G. Olms 1970.

ثانياً: التحليل التوافيقي والميتافيزيقا
ابن سينا، الطوسي والحلبي*

I

شهدت المراكز المدنية الإسلامية على مدى سبعة قرون أبحاثاً متقدمة في الرياضيات باللغة العربية. ولنا أن نتساءل: هل استوحى الفلاسفة من هذه البحوث مواضيعَ لدراساتهم؟ وهل دفعتهم هذه البحوث إلى انتقاء نماذج رياضية لبناء أنظمتهم الفلسفية؟ أم أنهم لم يتجاوزوا حدود ما درج المؤرخون على تسميته بـ «الفلسفة الإسلامية»؟ أي تلك التي لا تهتم إلا بمذهب الوجود ومذهب النفس بدون المبالاة بالمعارف الأخرى، وبدون اعتبار أي حتمية إلا تلك النابعة من الدين، أي تلك الفلسفة التي هي باختصار إرث قديم في ثوب إسلامي.

هذه المسألة لا بد أن تهم مؤرخي الفلسفة، كما يجب أن تهم مؤرخي العلوم. فكيف يمكن أن نتخيل أن الفلاسفة ظلوا غير مبالين لظهور الفروع العديدة والنتائج الكثيرة في الرياضيات ومنها الجبر والهندسة والهندسة الجبرية والتحليل الديوفنطي ونظرية المتوازيات والطرائق الإسقاطية ... الخ؟ بل من الصعب أن يتصور المرء أن لا تصدر عنهم أية ردة فعل بينما كانت تظهر أمام أعينهم المسائل المعرفية (الإبيستيمولوجية) الجديدة المطروحة من قِبل الرياضيات الحديثة العهد. إحدى هذه المسائل هي قابلية الرياضيات للتطبيق: فقد تزايدت في تلك الحقبة

* نقلها من الفرنسية إلى العربية: الأستاذ بدوي المبسوط.

بشكل غير مسبوق تطبيقات فروع الرياضيات بعضها على البعض الآخر. كما تَبيّنت، بشكل لم يحدث من قبل، ضرورة تطبيق الرياضيات على الفيزياء كشرط للبرهنة على النظريات الفيزيائية (ابن الهيثم). وكذلك نضجت فكرة استنباط فرع جديد قادر على التعبير عن نتائج الهندسة المترية والموضعية على السواء، أي ما يشبه فرع الطوبولوجيا.

ولم تكن المكتسبات المعرفية هي وحدها التي طرحها التطور الرياضي آنذاك. وإن ما يثير الدهشة هو أن تغيب هذه المسائل عن ذهن فلاسفة تلك الحقبة، لا سيما وأن بعضهم كان رياضيًا وغالبيتهم كانت على معرفة بالعلوم الرياضية.

ليس هناك، بلا شك، ضرورة لكي تكون لفرع ما، أو لنشاط علمي، الفلسفة التي يستحقها ولا ضرورة لأن يكون للفيلسوف دور ما في تطور الرياضيات والعلوم. وهذا يعني أن ليس هناك أي تحديد مسبق للعلاقات بين الرياضيات والفلسفة النظرية. وهذا ما يعطينا سببًا إضافيًا لإثارة المسألة وللرجوع إلى نصوص رياضيي وفلاسفة تلك الحقبة، بغية كشف حقيقة تلك العلاقات. ويبدو لي أن هناك نتيجة قد انتهينا إليها: فبعد أن قمت بهذه المهمة مرة بعد مرة، أعتقد أنني قد أظهرت غنىً غير ملحوظ لفلسفة الرياضيات في التراث الفلسفي الإسلامي الكلاسيكي، وذلك لدى الرياضيين مثل السجزي وابن سنان وابن الهيثم ... الخ، ولدى الفلاسفة مثل الكندي والفارابي وابن سينا ...

ولنتوقف ههنا عند علاقات من نوع آخر بين الرياضيات والفلسفة في العصر الإسلامي الكلاسيكي، وهي الروابط التي تنشأ عندما يستعير الفيلسوف من الرياضيات أداة بغية حل مسألة منطقية - ميتافيزيقية. والحالة التي تثير بالتحديد اهتمامنا هنا، لها سمة خاصة وهي أن استعارة الأداة الرياضية قد عادت بالمنفعة على تطور ميدان الرياضيات الذي استعيرت منه تلك الأداة. إن أفضل مثل يُوضّح هذه الحركة المزدوجة هو التبادل الذي حصل بين التحليل التوافيقي والميتافيزيقا. فلقد سبق لابن سينا أن صاغ مذهب الفيض انطلاقًا من الواحد

مرتكزاً في ذلك على مفاهيمه الخاصة بنظرية الوجود، أي الأنطولوجيا، وبمبحث الكون. ولقد فطن نصير الدين الطوسي إلى إمكانية إغناء مذهب ابن سينا هذا ببنية توافيقية مقتبسة حينئذٍ من الجبريين؛ وذلك لأجل اشتقاق الكثرة من الواحد. ولكن، لكي تصبح عملية الطوسي ممكنة تَوجّب تفسير قواعد التوافيق الجبرية بطريقة توافيقية. وقد شكّل هذا التفسير منطلقاً لتكوّن مادة التحليل التوافيقي التي استخدمها الرياضيون الذين أتوا بعد الطوسي، ومنهم كمال الدين الفارسي وابن البناء. ولقد حاول الحلبي، وهو فيلسوف ظهر في حقبة متأخرة، تنظيم عناصر هذه المادة الجديدة وأعطاها تسمية خاصة مكرِّساً بذلك استقلاليتها.

يجدر بنا قبل البدأ بدراسة هذه الحركة أن نميزها من مسار آخر مثل مسار ريموند لول (Raymond Lulle) الذي قام وفقاً لقواعد آلية بربط المفاهيم بعضها ببعض. وقد تبيّن في وقت لاحق أن نتائج ذلك الربط هي ترتيبات وتوافيقات، ولكن لول لم يقتبس شيئاً عن الرياضيين، ولم يَعتبر أبداً أن لنهجه علاقة بالرياضيات. أما ما قام به الطوسي فهو، على عكس ذلك تماماً، أي أنه أقرب كثيراً إلى منهج ليبنتز (Leibniz) رغم التفاوت بين مشروعي الرجلين. فالطوسي قد أراد أن يحلّ رياضياً مسألة فيض الكثرة انطلاقاً من الواحد، وهذا ما مكنه أن يضفي على مذهب ابن سينا في الخلق بنية توافيقية، في حين إن ليبنتز قد رمى إلى أن يبني على تحليل التوافيق صناعة لتسهيل استخراج المعاني الرياضية أو لتسهيل الاكتشاف، أو ما سماه Ars inveniendi.

II

تمثل نظرية فيض العقول والأفلاك السماوية وكذلك فيض العوالم الأخرى، أي عالم الطبيعة وعالم الأشياء الجسمانية، انطلاقاً من الواحد، أحد المذاهب الأساسية في ميتافيزيقا ابن سينا. ويطرح المذهب المذكور مسألة أنطولوجية ومعرفية في آنٍ واحد: كيف تستطيع كثرة أن تفيض انطلاقاً من كائن أوحد وبسيط، لا سيما وأنها ستتعقد لتشمل في نهاية الأمر مادة الأشياء إضافة إلى أشكال

الأجسام والنفوس البشرية؟ إن هذه الثنائية الأنطولوجية - المعرفية تقف عقبة أمام هذه المسألة المطروحة؛ فهناك صعوبة منطقية وميتافيزيقية يجب تخطيها. ومن هنا يتبين لنا، ولو جزئيًا، سبب رجوع ابن سينا بدون كلل في كتاباته المتعددة إلى هذا المذهب، وبشكل ضمني إلى هذه المسألة بالذات.

وقد تُظهر لنا دراسة التطور التاريخي لفكر ابن سينا، في كتاباته المختلفة حول هذه المسألة، كيف عدّل صياغته الأولية تبعًا لهذه الصعوبة الآنفة الذكر. فإذا رجعنا فقط إلى كتابي ابن سينا *الشفاء* و*الإشارات والتنبيهات*، نجده يعرض مبادئ هذا المذهب إضافة إلى قواعد فيض الكثرة انطلاقًا من وحدة بسيطة. يتصف هذا العرض بالترابط والانتظام، لكنه لا يرقى إلى مستوى البرهان الدقيق. وذلك أن ابن سينا، في الواقع، لا يقدّم قواعد التركيب المنطقي الملائمة للدلالة على الفيض. وهنا بالضبط تكمن الصعوبة في حل مسألة اشتقاق الكثرة انطلاقًا من الواحد. ولكن قضية الاشتقاق هذه كانت قد ظهرت ودُرست منذ زمن كمشكلة بحاجة إلى حل. لم يدرك نصير الدين الطوسي (١٢٠١-١٢٧٣)، الرياضي والفيلسوف وشارح ابن سينا، هذه المشكلة فقط، بل أراد تقديم قواعد التركيب المنطقي التي كانت تفتقر إليها هذه المسألة. فقد أدخل الطوسي، في شرحه لكتاب *الإشارات والتنبيهات*، لغة وطرائق التوافيق لمتابعة الفيض حتى المرتبة الثالثة من الموجودات. ويتوقف الطوسي، عند هذا الحد، عن تطبيق هذه الطرائق مستنتجًا ما يلي: «وإذا تجاوزنا هذه الرتب الثلاثة يمكن وجود كثرة لا يُحصى عددها»[1]. تبدو إذن نية الطوسي واضحة، فالطريقة المطبقة على المرتبات الثلاث الأوَل لا تترك أي مجال للشك بأن الطوسي يدرك تمامًا ضرورة تقديم البرهان والأدوات التي كان ابن سينا بحاجة إليها. ولكن الطوسي في هذه المرحلة كان لم يزل بعيداً عن الهدف؛ إذ إن تطبيق التوافيق على عدد من الأشياء فحسب لا يسمح بإدخال لغة تركيبية مع قواعدها. والحال أن الطوسي جهد لإدخال ودراسة هذه اللغة في رسالة مستقلة[2] تحت عنوان

---

[1] نشرة دنيا، القاهرة، ١٩٧١، مجلد III، ص. ٢١٧-٢١٨،

[2] في البداية حقق البحث محمد دانش بازوه وقد صدر في «انتشارات دانشكاه طهران»، ٢٩٦، =

«في بيان كيفية صدور الأشياء الغير متناهية عن المبدأ الأول الواحد».

والطوسي، في هذا البحث، يستخدم التحليل التوافيقي بشكل عام في دراسته. ولقد انتشر هذا النص مع النتائج التي تضمنها من بعد الطوسي؛ إذ عُثر عليه في مؤلف لاحق مكرّس بكامله للتحليل التوافيقي. وهكذا فإن حل الطوسي لا يتميز فقط بأسلوب خاص في البحث في الفلسفة، بل يمثل كذلك إسهامًا مهمًا في تاريخ الرياضيات نفسها.

ولكي نقدر هذا الإسهام، لا بد لنا من العودة إلى ابن سينا للتذكير بعناصر مذهبه الضرورية لعرضنا ولا بد أيضًا من فهم، ولو كان بسيطًا، للمبدأ الصوري الذي فسح له المجال، في عرضه التركيبي والمنهجي، لإدخال قواعد التحليل التوافقي. فقد سمح هذا المبدأ لابن سينا ببناء عرضه بطريقة استنباطية. فكان عليه أن يراعي وحدة واجب الوجود من جهة، وأن يضمن من جهة أخرى اختلافًا غير قابل للاختزال بين المبدأ الأول ومخلوقاته. ولقد أعد ابن سينا لواجب الوجود مفهومًا عامًا، «صوريًا» نوعًا ما: فواجب الوجود باعتباره كائنًا لا يجوز أن يكون موضوعًا لأي تحديد، بما فيه تحديد الجهات (نسبة الموضوع إلى المحمول من حيث الضرورة أو الإمكان أو الامتناع) فإنه ليس إلا كائنًا. وإنه ليس جنسًا بل «حالاً» لكل ما هو، ويمكن إدراكه فقط عبر تضادّه مع العدم بدون أن يكون العدم متقدمًا عليه في الزمن؛ ويكون هذا التضادّ على المستوى العقلي فقط. ويضاف إلى ذلك، من جهة أخرى، أن المبدأ الأول هو وحدة الذي يستقي وجوده من نفسه[3].

= ص. ١٢-٢٠، وحققه بعد ذلك عبد الله نوراني وأصدره بعد نشره لـ «تلخيص المحصل» مع أبحاث أخرى للطوسي، طهران، ١٩٨٠، ص. ٥٠٩-٥١٥. وهذان الإصداران أتيا بعد مخطوطة دانشكاه ١٠٧٩/١٢. وقد حققنا هذا النص في «Combinatoire et métaphysique»، ص. ٧٧-٨٦.

[3] يميز ابن سينا بين الوجود والذات بالنسبة إلى جميع الكائنات. حول هذه النقطة، انظر:

A. M. Goichon, *La Distinction entre existence et essence*, Paris, 1957; M. E. Marmura, « Quiddity and Universilaty in Avicenna », dans P. Morewedge (éd.), *Neoplatonism and Islamic Philosophy*, State University of New York Press, Albany, 1992, p. 77-87; Djémil Saliba, *Sur la Métaphysique d'Avicenne*, Pau, 1926 ; G. Verbeke, « Le statut de la métaphysique » ; introduction à *Avicenna Latinus, Liber de Philosophia Prima*, de S. Van Riet, Louvain - Leiden, 1977.

وبذلك فإنه يمثل الوجود الضروري الوحيد، وتكون هذه هي الحالة الوحيدة التي يتطابق فيها الوجود مع الذات. أما الموجودات الأخرى فكلها تستقي وجودها من المبدأ الأول بواسطة الفيض. تُقدّم هذه الأنطولوجيا، مع مذهب نشأة الكون الذي يلازمها، وجهات النظر الثلاث التالية عن الكائن: أولاً بصفته وجوداً، وثانياً بصفته فيضاً[4] عن المبدأ الأول، وثالثًا بصفته وجوداً لماهيته. (إن ضرورة وجود هذا الكائن تفرض نفسها من وجهتي النظر الأولى والثانية، في حين إن حدوثه يظهر من وجهة النظر الثالثة). فلنستعرض باقتضاب المفاهيم التي يبني عليها ابن سينا مصادراته:

١- يوجد مبدأ أول، وهو واجب الوجود ضروري بذاته، واحد، غير قابل للانقسام بأي وجه من الوجوه، وهو ليس بجسم، ولا في جسم.

٢- يفيض كل الوجود من المبدأ الأول.

٢- لا يحصل الفيض «على سبيل القصد» ولا للوصول إلى غاية، بل بضرورة من المبدأ الأول، أي بتعقله لنفسه.

٤- من الواحد لا يفيض إلا الواحد.

---

[4] حول مذهب الفيض، راجع:

L. Gardet « En l'honneur du millénaire d'Avicenne », *Revue Thomiste*, LIX^e année, t. li, n° 2 (1951), p. 333-345; N. Heer, « Al-Rāzī and al-Ṭūsī on Ibn Sīnā's Theory of Emanation », dans P. Morewedge (éd.), *Neoplatonism and Islamic Philosophy*, p. 111-125.

راجع بشكل خاص مقالة:

A. Hasnawi, « Fayḍ », dans *Philosophie occidentale*, p. 966-972.

نستطيع أن نقرأ أيضًا إسهامات في *Neoplatonism and Islamic Philosophy*:

Th.-A. Druart, « Al-Fārābī, Emanation, and Metaphysics », p. 127-148 ; P. Morewedge, « The Neoplatonic Structure of Some Islamic Mystical Doctrines », p. 51-75 ; J. Owens, « The Relevance of Avicennian Neoplanism », p. 41-50.

٥- هناك تدرّج في الفيض، من الموجودات التي هي «أكمل وجوداً» إلى تلك التي هي «أخس وجوداً».

قد تُرى تناقضاتٌ بين بعض هذه المصادرات، على سبيل المثال بين الثانية والرابعة، أو قد يشك المرء بأن بعضها قد يقود إلى نتائج متناقضة. وبغية تلافي هذا الانطباع الأول، يعمد ابن سينا إلى إدخال تحديدات إضافية خلال استنباطه. وهكذا ينتج، من المصادرات الأولى والثانية والرابعة والخامسة، أن كل الوجود، إضافة إلى المبدأ الأول، يشكل مجموعة مزوّدة بعلاقة ترتيب منطقية ومعيارية في آن واحد، وهي علاقة المتقدم-المتأخر، وذلك مراعاة للعلاقة بين أقدمية الوجود وكماله. وبالفعل، إذا استثنينا المبدأ الأول، فإن كل كائن لا يمكن أن يكون له إلا متقدم واحد عليه (إضافة إلى المتقدم على المتقدم عليه وهكذا دواليك). من جهة أخرى إن كل كائن، بما فيه المبدأ الأول، لا يمكن أن يكون له إلا متأخر واحد عنه (على التوالي متأخر عنه، متأخر عن المتأخر عنه ...). إلا أن الفيلسوف وشارحه كانا يعلمان أن نظام الترتيب هذا، إذا أخذ كما هو عليه، سيمنع وجود موجودات متعددة، أي سيمنع تواجدها معًا بشكل مستقل بدون أن تكون لبعض هذه الموجودات أسبقية منطقية على موجودات أخرى، أو بدون أن يكون بعضها أكثر كمالاً من بعضها الآخر. وهذا ما يجعل هذا الترتيب مغلوطًا بشكل واضح، كما يقول الطوسي[5]. فلا بد والحالة هذه من إدخال تحديدات إضافية وموجودات متوسطة أيضًا.

والحال هو أن المصادرتين الأولى والثانية تمنعان بدورهما نشوء الكثرة من «نزوعات» ومن «جهات» المبدأ الأول، لأنه إذا افترضنا فيه نزوعات وجهات، فهذا يعني إنكار وحدانيته وبساطته. وأخيراً ينتج من المصادرات الثالثة والرابعة والخامسة أن الفيض كفعل للمبدأ الأول، لا يمكن أن يكون على صورة فعل بشري، لأن فاعله لا يعرف لا القصد ولا الغاية. فعلى كل التصاريف، من الواضح ضرورة إدخال موجودات «متوسطة»، متدرجة بدون شك، على أن تُعبّر عن ثنائية الكثرة

[5] كتاب الطوسي، *الإشارات والتنبيهات*، ص. ٢١٦.

– التعقيد. لنبدأ كما ينبغي مع المبدأ الأول، ولنشر إليه كما فعل ابن سينا في رسالته *النيروزية* بالحرف الأول من الأبجدية a. يتعقل المبدأ الأول نفسه بالذات وفي تعقله لنفسه، فإنه يتعقل كل الوجود لأنه المبدأ الخاص[6] لكل الوجود، بدون أن يكون فيه حائل أمام فيض هذا الكل أو رفض من هذا الكل. وبهذا المعنى فقط، يُقال إن المبدأ الأول هو «فاعل» لكل الوجود.

فإذا تم القبول بهذه الفرضية، سيبقى علينا أن نفسر كيفية حصول هذا الفيض الضروري لكل الوجود، بدون الاضطرار إلى زيادة أي شيء قد يناقض وحدانية المبدأ الأول، فوفق المصادرات الأولى والرابعة والخامسة يفيض كائن واحد من المبدأ الأول، وهو بالضرورة من الدرجة الثانية في الوجود والكمال. وبما أنه يفيض من كائن أوحد محض وبسيط، وهو في آن واحد حقيقة محضة، قوة محضة، طيبة محضة ....، بدون أن تكون أية صفة من هذه الصفات موجودة فيه بشكل مستقل، وذلك بغية ضمان وحدة المبدأ الأول، فإن هذا الكائن الاحق لا يمكن أن يكون إلا عقلاً محضاً. إن هذا التضمين متوافق مع المصادرة الرابعة، فلو لم يكن هذا العقل محضاً لوجب علينا أن نستدل أن من الواحد يفيض أكثر من واحد ويتعلق الأمر هنا بالعقل الأول المنفصل، أي «بالمعلول» الأول للمبدأ الأول. ولنشر إليه كما فعل ابن سينا بالحرف b.

كل شيء الآن جاهز لتفسير الثنائية الكثرة – التعقيد. إن هذا العقل بذاته هو معلول، فهو إذاً حادث. لكنه ضروري، بصفته فيضاً من المبدأ الأول، ولأنه تعقّل منه. وتتطابق على هذه الثنائية الأنطولوجية كثرة معرفية؛ فهذا العقل المحض يعقل نفسه ويعقل وجوده الخاص كوجود حادث، أي أن ذاته تختلف عن ذات المبدأ الأول الذي هو ضروري؛ لكنه من جهة أخرى يعقل المبدأ الأول بوصفه واجب الوجود؛ وأخيراً، فإنه يعقل ضرورة وجوده الخاص كفيض من المبدأ الأول. ما

[6] ابن سينا، *الشفاء*، نشرة م. ي. موسى، س. دنيا وس. زايد، محققة ومقدمة من إ. مدكور، القاهرة، ١٩٦٠، مجلد 2، ص. ٤٠٢، س. ١٦.

ذكرته الآن هو شرح لما كتبه ابن سينا نفسه في *الشفاء*[7]. وهو يردّ مسبقاً على أي ناقد محتمل مبيناً أن صفة الكثرة - التعقيد ليست، إذا صح التعبير، صفة وراثية: فالعقل المحض لا يحصل عليها من المبدأ الأول، وذلك لسببين. أولاً، إن حدوث وجوده يعود إلى ذاته الخاصة، وليس إلى المبدأ الأول الذي أعطاه وجوب وجوده. من جهة أخرى، فإن ما له من تعقل لنفسه، وكذلك من معرفة بالمبدأ الأول، هو كثرة تنتج من ضرورة وجوده انطلاقاً من المبدأ الأول، وهكذا يستطيع ابن سينا، في هذه الحالة، أن يردّ الاتهام القائل بنسبة هذه الكثرة إلى المبدأ الأول.

يصف ابن سينا بعد ذلك كيف تفيض، انطلاقاً من هذا العقل المحض، العقولُ الأخرى المنفصلة والأفلاكُ السماوية وأنفسٌ تسمح لهذه العقول بالفعل. فمن العقل المحض b يفيض، بواسطة تعقله لـ a، عقل ثانٍ، لنشر إليه بالحرف c؛ وبواسطة تعقله لذاته، تفيض نفس الفلك السماوي التاسع؛ وبواسط تعقله لوجوده بصفته وجوداً حادثاً، يفيض جسم هذا الفلك التاسع. لنشر إلى نفس هذا الفلك وجسمه بالحرف d.

وهكذا يتابع ابن سينا وصف فيض عقول، وأفلاك سماوية ذات أنفس، وأجسامها الخاصة بها. وتفيض من الآن فصاعداً من كل عقل، مادة الأشياء الأرضية وأشكال الأجسام والأنفس البشرية. غير أن شرح ابن سينا، وإن كانت له ميزة عدم فصل مسألة الكثرة انطلاقاً من الواحد عن مسألة التعقيد، أي عن المحتوى الأنطولوجي للكثرة، فإنه رغم ذلك لا يسمح بمعرفة دقيقة لمسألة الكثرة طالما أن ابن سينا لا يقدم أية قاعدة عامة. فكل ما يقوم به هو تتبع العناصر وصولاً إلى العقل الفاعل.

هنا بالتحديد يتدخل الطوسي الذي سيبرهن أنه، بالفعل وانطلاقاً من المبدأ الأول، تفيض كثرة وفق قواعد ابن سينا وعبر عدد مختصر من الوسائط، بحيث إن كل معلول لن يكون له سوى علة واحدة موجودة بشكل مستقل. وسنرى أن هذا التقدم الأكيد في معرفة الكثرة سيجري على حساب المحتوى الفلسفي الأنطولوجي

[7] المرجع المذكور، ص. ٤٠٥-٤٠٦.

وسيؤدي إلى إضعافه؛ ففي الواقع لن يبق تقريباً من الثنائي الرياضي-الفلسفي، أي الكثرة-التعقيد، سوى الكثرة.

ترمي فكرة الطوسي إلى إخضاع هذه المسألة لدراسة توافيقية. لكن، ولكي يكون إدخال التوافيق ممكنًا، ينبغي التثبت من أن متغير «الزمن» قد تم تحييده، وهذا يُعبَّر عنه في حالة مذهب الفيض إما باستبعاد الحدوث، وإما على الأقل بتأويله تأويلاً منطقيًا محضًا. وكان ابن سينا نفسه، كما رأينا، قد وضع هذا الشرط.

وقد لاحظنا بحق أن الفيض لا يتم في الزمن[8] وأن مفهوما التقدم والتأخر ينبغي أن يُفهما كأمرين ذاتيين بدون تأويل زمني. إن هذه النظرة الأساسية على ما نظن في نظام ابن سينا، ترجع إلى تصوره الخاص للمفاهيم الثلاثة: الضروري والممكن والمحال. نذكّر وبكلمة مختصرة، أن ابن سينا في كتاب *الشفاء*[9] يعود إلى هذه المسألة القديمة ليرفض منذ البداية كل المذاهب القديمة التي تدور في حلقة مفرغة حسب رأيه: فهي تستند، عند تعريفها لكل من هذه المصطلحات الثلاث، على أحد الاثنين الباقيين. وهكذا فكر ابن سينا بكسر هذه الحلقة، قاصراً تعريف كل من المصطلحات المذكورة على مفهوم الوجود. فهو يميز ما يُعتبر بنفسه ذا وجود ضروري عمّا يُعتبر، كذلك بنفسه، ذا وجود ممكن أو ذا وجود غير ممكن. يعتبر

[8] انظر: « A. Hasnawi, « Fayḍ؛ و Gardet حيث يرد ما يلي: «إن العملية التي يصفها ابن سينا لا تحصل في الزمن. ذلك أن أقدمية المبدأ الأول بالنسبة إلى العقول، وبشكل أعم بالنسبة إلى الكل، هي أقدمية ذاتية وليست زمنية». الشفاء، مجلد VI.2، ص. ٢٢٦. حول هذه المسائل، راجع أيضًا:

H. A. Davidson, *Proofs for Eternity Creation and the Existence of God in Medieval Islamic and Jewish Philosophy* (New York / Oxford, 1987); Th.-A. Druart, "Al-Farabi and Emanationism," *Studies in Medieval Philosophy*, ed. J. F. Wippell (Washington: The Catholic University of America Press, 1987), p. 23-43; and P. Morewedge, "The Logic of Emanationism and Ṣūfism in the Philosophy of Ibn Sīnā (Avicenna), Part II," *Journal of the American Oriental Society* 92 (1972), p. 1-18.

[9] راجع بالتحديد الكتاب 3، الفصل الرابع من المؤلف. مجلد IV، نشرة سعيد زايد، تقديم ومراجعة مذكور، القاهرة، ١٩٦٤.

ابن سينا أن الضرورة والحدوث ملازمان للكائنات نفسها ؛ أما الكائن الممكن الوجود ، فإن وجوده وعدمه يتعلقان بعلة خارجية مستقلة عنه. ولذلك فإن الحدوث لا يظهر كضرورة ساقطة بل كشكل آخر للوجود . وقد يحدث كذلك أن يكون الكائن ذا الوجود الممكن، مع بقائه وجوداً ممكناً بنفسه، ذا وجود ضروري بفعل وجود آخر. لن نتابع هذا التفاصيل الدقيقة في عرض ابن سينا، بل سنكتفي بالإشارة إلى أن ابن سينا، انطلاقًا من هذا التعريف الخاص للضروري والممكن، يجعل عناصرَ الفيض ضمن طبيعة الموجودات، مُحيّداً منذ البدأ كما أشرنا سابقًا، متغير «الزمن». ويستخلص من هذه التعاريف قضايا أثبتَ معظمها بواسطة برهان الخُلف. وهو يبيّن أن الضروري لا يمكنه إلا أن يكون موجوداً، ولا يمكن أن يكون له بذاته علة، وأن ضرورته تشمل كل أوجُهه، وهو واحد ولا يمكنه بأي وجه من الوجوه تَقبل الكثرة، وهو بسيط بدون أي تركيب ... كما أنه يتضادّ في جميع هذه النقاط مع الممكن. وهكذا تكون أقدمية المبدأ الأول وعلاقاته بالعقول مثبتة دائماً من خلال تعريفي الضروري والممكن ومن خلال الجدلية القائمة بينهما.

وهكذا أمكن وصف الفيض بدون استخدام الزمن، لأن عناصر الفيض الخاصة معطاة في إطار منطق الضروري والممكن. لسنا هذا بصدد دراسة عوائق نظرية الفيض هذه، ولكننا نعرف أن الشروط الملائمة لإدخال التوافيق قد أصبحت مؤمّنة من قِبل ابن سينا نفسه.

لقد قلنا إن b يفيض من a؛ وهذا يعني أن b هو في أول مرتبة من المعلولات. ومن a وb معًا يفيض c العقل الثاني؛ من b وحده يفيض d الفلك السماوي. لدينا إذاً في المرتبة الثانية عنصران هما c وd وكل واحد منهما ليس بعلة للآخر. لكن لدينا بالمجموع حتى الآن أربعة عناصر هي: العلة الأولى a وثلاثة معلولات هي b وc وd. يُطلق الطوسي على هذه العناصر الأربعة اسم المبادئ. لنجمع الآن هذه العناصر الأربعة كل اثنين منها معًا، ثم كل ثلاثة معًا، وأخيراً الأربعة سويًا. بذلك نحصل، على التوالي، وتبعًا لعدد العناصر، على ستة توافيق ثنائية – ab ،ac ،ad ،bc ،bd ، cd – وأربعة توافيق ثلاثية abc ،abd ،acd ،

bcd، وعلى توافق رباعي واحد abcd. وإذا شكّلنا من هذه العناصر الأربعة توافيق آحادية، يكون لدينا ما مجموعه 15 عنصراً ينتمي 12 منها إلى المرتبة الثالثة من المعلولات، بدون أن يكون بعضها موجودات متوسطة تشتق منها موجودات أخرى. هذا ما يعرضه الطوسي في شرحه لكتاب *الإشارات والتنبيهات*، وكذلك في مؤلفه الذي أوردنا ذكره أعلاه. لكن الأمور لا تلبث أن تتعقد فور تجاوزنا للمرتبة الثالثة؛ وهذا ما جعل الطوسي يدرج القضية التمهيدية التالية في مؤلفه:

إن عدد التوافيق لعدد n من العناصر يساوي: $\sum_{k=1}^{n}\binom{n}{k}$، وهو يطابق $2^n - 1$،

[للتذكير: $\binom{n}{k}=\frac{n!}{k!(n-k)!}$، $1\leq k \leq n$].

ولحساب هذا العدد، يستخدم الطوسي المساواة التالية: $\binom{n}{k}=\binom{n}{n-k}$.

ويحصل في حالة $n = 12$ على 4095 عنصراً. ونشير إلى أن الطوسي يستنتج هذه الأعداد بعد حساب عبارات المجموع من توافيق الأحرف الأبجدية.

يعود الطوسي بعد ذلك إلى حساب عدد عناصر المرتبة الرابعة. فيأخذ المبادئ الأربعة مع موجودات الدرجة الثالثة والتي عددها اثنا عشر، وبذلك يحصل على 16 عنصراً، ومنها يحصل على 65520 معلولة. وليصل إلى هذا العدد يستخدم الطوسي عبارة معادلة للصيغة التالية:

$$\sum_{k=0}^{m}\binom{m}{k}\binom{n}{p-k} \quad \text{مع} \quad 1 \leq p \leq 16, m = 4, n = 12 \qquad (*)$$

التي تعادل قيمتها المعامل الحداني التالي:

$$\binom{m+n}{p}$$

لا يشكل أي واحد من هذه العناصر، باستثناء العناصر a، b، ab متوسطاً للعناصر الأخرى. وإن جواب الطوسي عام، والصيغة (*) تعطي قاعدة تسمح بمعرفة الكثرة في كل مرتبة.

بعد أن وضع هذه القواعد وأعطى مثال المرتبة الرابعة مع عناصرها البالغ عددها 65520 عنصراً، أصبح الطوسي بالتأكيد قادراً على الإجابة عن السؤال الخاص «بإمكانية فيض كثرة لا يحصى عددها من المبدأ الأول، بشرط أن لا يفيض من المبدأ الأول إلا واحداً، وأن لا تكون المعلولات متتابعة، وهذا ما وجب بيانه».

لقد شكل نجاح الطوسي في إدخال التحليل التوافيقي على أنطولوجيا ابن سينا دافعاً لتطور مذهب ابن سينا والتحليل التوافيقي في آن واحد. ومن الواضح هذه المرة أن مسألة الكثرة قد بقيت منفصلة عن مسألة تعقيد الوجود. وذلك أن الطوسي لا يهتم مطلقاً بالوضع الأنطولوجي لكل واحد من آلاف هذه الموجودات التي تؤلّف، على سبيل المثال، المرتبة الرابعة. لكن هناك ما هو أبعد من ذلك، إذ إن الخطاب الميتافيزيقي سيسمح لنا الآن بالكلام عن كائن بدون أن يجعلنا قادرين على تمثله بالضبط. إن هذا التطور للأنطولوجيا، الذي هو «صوري»، إذا صح القول، والذي يَبرز بوضوح هنا، ما هو إلا تضخيم لنزعة سابقة عند ابن سينا، كنا قد أشرنا إليها، تخص اعتباراته حول «الشيء»[10]. ولقد اشتدت هذه الحركة الصورية مع ظهور إمكانية الإشارة إلى الكائنات بالأحرف الأبجدية؛ ولا يشذ المبدأ الأول نفسه عن هذه القاعدة، إذ يشار إليه بالحرف a. والحقيقة هي أن الطوسي يُضخم تطبيقاً عائداً إلى ابن سينا، ولكنه يُجري تعديلاً عليه. فقد كان ابن سينا قد استخدم هذه الرمزية في رسالته *النيروزية* مع اختلافين اثنين: فهو من جهة قد اعتبر، أن متتالية الأحرف الأبجدية، حسب الترتيب: أبجد هوز، مزودةٌ بعلاقة ترتيب وفق الأولوية والأقدمية المنطقية، ومن جهة أخرى استخدم القيم العددية للأحرف

[10] انظر:

Études sur Avicenne, dirigées par Jean Jolivet et Roshdi Rashed, Collection sciences et philosophie arabes. Études et reprises, Paris, Les Belles Lettres, 1984.

(b = 2, a = 1, ...). أما الطوسي، وإن حافظ ضمنيًا على نظام الأولوية، بإشارته إلى المبدأ الأول بحرف a وإلى العقل بالحرف b، كما فعل ابن سينا، فإنه تخلى عن هذا التدرج لصالح القيمة الاصطلاحية للرمز. أما القيمة العددية فقد اختفت عنده. وكان لا بدّ من ذلك لكي تصبح الأحرف عنده أداة للتوافيق.

لقد وجه الطوسي، الرياضي والفيلسوف، مذهب الفيض السينوي في اتجاه صوري، وقد شجع بذلك ميلاً كان موجوداً في أنطولوجيا ابن سينا.

لا يستطيع مؤرخ الرياضيات، هذه المرة، أن يبقى غير مكترث بالتطور الثاني، أي تطور التحليل التوافيقي نفسه. ولمعرفة مدى أهميته، نُذكّر باختصار بحدثين من التاريخ. يعود الأول منهما إلى نهاية القرن العاشر الميلادي، عندما ابتكر الكرجي المثلث الحسابي وقانون تشكله وصيغة البسط الحداني. لقد أثبت الكرجي هذه الصيغ بواسطة برهان استقرائي تام. وهي صيغ جبرية تحتمل دون شك، ولو بشكل ضمني فقط، جانبًا توافيقيًا. وقد اهتمّ خلفاء الكرجي أيضًا بهذا الجانب التوافيقي، لكنهم لم يزيدوا في إبرازه. ويعرض الطوسي نفسه في كتابه *جوامع الحساب* هذه القواعد التي حصل عليها الكرجي، بدون أن يتوقف عند معناها الضمني.

ونحن نعرف من جهة أخرى أن المؤلفين المعجميين واللغويين كانوا يستخدمون طرائق توافيقية منذ القرن الثامن، أي من أيام الخليل بن أحمد، لكن بدون أن يهتموا بإثباتها. غير أنهم خلافًا للرياضيين، كانوا يُلحّون على الطبيعة التوافيقية لهذه الطرائق. وقد التقى هذان التياران في نصّ الطوسي، ليؤسسا بذلك التحليل التوافيقي، مع إعطائه صفة فصل في الرياضيات مستقل تمامًا. فأصبحت الصيغ الجبرية ذات معنى توافيقي صريح، وأصبحت موضّحة بواسطة حساب بالأحرف. كل شيء يجري إذاً، وكأن تطبيق هذا الحساب على ميادين مثل الميدان الذي يثير اهتمامنا هنا، قد شكل عاملاً كاشفًا دفع الرياضي على إظهار المعنى التوافيقي الضمني وعلى دمج تيارين كانا مستقلين حتى ذلك الحين. قد يعود الفضل في هذا العمل التوحيدي إلى الطوسي، أو قد يكون قد استوحى هذا العمل من رياضي وفيلسوف

آخر من أسلافه غير معروف لدينا ؛ ولكن هذا الجانب التاريخي لا يهمنا كثيراً هنا. غير أن هذا العمل قد سمح للغة التوافيق بالتزاوج مع لغة مذهب ابن سينا، مما أدّى إلى تزويدها بقواعد التركيب المنطقي التي كانت تفتقر إليها في البدء. ولم يخرج المذهب، كما رأينا، من هذا الفعل سالمًا، طالما أن التقدم قد جرى على حساب الغنى الحدسي.

III

تسمح لنا العودة إلى تاريخ الرياضيات بالتحقق من صحة تحليلاتنا، وذلك إذا تتبعنا، جزئيًا على الأقل، مصير نص الطوسي. لقد ساعدنا الحظ هذه المرة أيضًا لنتعرف على رياضي فيلسوف لم يُدرس سابقًا، فوضع بين أيدينا مؤلفًا له بقي مجهولاً حتى الآن. وهو رياضي فيلسوف من الدرجة الثانية، متأخر العهد، اسمه إبراهيم الحلبي[11]، ومؤلفه هو العمل الأول المعروف لدينا، المكرس بكامله للتحليل التوافيقي. في الواقع إن قواعد هذا التحليل في المؤلف لا تظهر فقط عند تطبيقها الجبري أو اللغوي أو الفلسفي، بل تظهر لذاتها في فصل رئيسيّ عنوانه *الاحتمالات التركيبية*. إن هذا العنوان هو تسمية شاملة تشير إلى التبديلات والترتيبات والتوافيقات ... أي إلى جميع التوافيق المدروسة حينذاك. يحتل نص الطوسي المنقح والموسع مكانًا مميزاً في هذا المؤلف، فهو يتضمن طريقة لتحديد وتوضيح التوافيق.

إذا تناولنا بسرعة مؤلف الحلبي، نتحقق من أهمية القسم المخصص لحل مسألة ميتافيزيقية في كتاب عن التحليل التوافيقي. يبدأ الحلبي بالتساؤل عن مختلف الطرق الممكنة لدراسة *الاحتمالات التركيبية* وهدفه واضح[12]، وهو تحديد عدد الاحتمالات التركيبية من أي عدد كانت. ويستبعد الحلبي الطريقة التجريبية في

---

[11] «رسالة في استخراج عدّة الاحتمالات التركيبية من أي عدد كان»، مخطوطة اسطنبول، سليمانية، حميدية ٨٧٣، ص. ٦٩و-٨٦ظ.

[12] المرجع نفسه، ص. ٦٩ظ.

التعداد، التي لا تقدم أية قاعدة عامة، بالرغم من فعاليتها في الحالات البسيطة. وتتمثل هذه الطريقة، إذا أخذنا مجموعة من ثلاثة عناصر {a, b, c}، على سبيل المثال، في تعداد «الاحتمالات التركيبية» السبع: {a, b, c, ab, ac, bc, abc}.

تظهر الصعوبة عندما نتناول مجموعة عدد عناصرها n[13]. أما الطريقة الثانية[14] فهي تقدم، قاعدة عامة، يفتخر بها الحلبي. ويتعلق الأمر بعبارة معادلة للعلاقة التالية:

$$u_n = 2u_{n-1} + 1$$

حيث يرمز u_n إلى مجموع «الاحتمالات التركيبية» لعدد n من العناصر. ويُعبّر عن هذا المجموع بلغة عصرية بالصيغة التالية:

$$u_n = \sum_{k=1}^{n} \binom{n}{k}$$

التي تساوي $(2^n - 1)$ مهما كانت قيمة n. وهذا ما يعطي

$$u_n = 2^n - 1$$
$$u_{n-1} = 2^{n-1} - 1$$
$$2u_{n-1} + 1 = 2\left(2^{n-1} - 1\right) + 1 = 2^n - 1 = u_n$$

أي أن: $u_n = 2u_{n-1} + 1$

يبتعد الحلبي أيضًا عن هذه الطريقة التي تتطلب حسابًا معقداً، أي حساب القيم u_i

[13] المرجع نفسه، ص. ٧٠و.

[14] المرجع نفسه، ص. ٧٠و-٧١ظ.

حيث $1 \le i \le n-1$ ولكي يبني الحلبي طريقة أفضل، ينطلق أولاً من العبارة:

$$\binom{n}{k} = \binom{n}{n-k}$$

حيث:

$$\binom{n}{n+r} = 0 \quad ; \quad \binom{n}{n} = \binom{n}{0} = 1$$

ويحدد بعد ذلك عدة «احتمالات تركيبية»، مع قواعد الحساب الموافقة لها. وهكذا يكون لدينا:

1 - «المادة»[15] للاحتمالات من النوع k أي التوافيق دون تكرار، والمعطاة بالصيغة السابقة:

$$\binom{n}{k}$$

2 - «مجموع المادة والصورة»[16] للاحتمالات من النوع k أي الترتيبات دون تكرار

$$A_n^k = k!\binom{n}{k} = \frac{n!}{(n-k)!}.$$

3 - «الصورة»[17] للاحتمالات من النوع k يكفي أن نطرح من المادة والشكل 2

[15] المرجع المذكور، ص. ٧١ظ.

[16] المرجع المذكور، ص. ٧٢و.

[17] المرجع المذكور، ص. ٧٢ظ-٧٣و.

المادة 1 :

$$k!\binom{n}{k}-\binom{n}{k}=\binom{n}{k}(k!-1)$$

4 – صورة الاحتمالات، بشكل مستقل عن النوع أي التبديلات لعدد n من العناصر $n! = n\ (n - 1)\ ...\ 1$.

5 – المادة والصورة وتكرار الاحتمالات من النوع[18] k أي الترتيبات مع تكرار لـ n عناصر مأخوذ منها عدد k من العناصر : n^k.

ونشير إلى أن المفردات التقنية للغة التحليل التوافيقي، التي يستخدمها الحلبي في هذا المؤلف، هي مزيج من مصطلحات سبق واستعملها الطوسي مثل «تركيبات» ومصطلحات خاصة به مثل «الاحتمالات»، «التكرار»، واستعارات من اللغة الأرسطية مثل «المادة» و«الصورة». وهذان المصطلحان الأخيران يفرضان عليه إدخال مسائل غريبة عن موضوعه، بل غير ضرورية في هذا السياق، فهي في مختلف الأحوال تؤثر في وضوح عرضه: فهو، على سبيل المثال، يتساءل إن كان من المستطاع فصل المادة عن الصورة.

وبعد أن يضع الحلبي هذه القواعد، يكتب: «لتحديد الاحتمالات المادية، أي الاحتمالات بدون تكرار، هناك طريقة أخرى أشير إليها لتحديد العقول العرضية»، يدرج الحلبي حينذاك نص الطوسي تارة حرفيًا، وطوراً مع تطوير الحساب. وهذا يرسم المثلث الحسابي حتى الدرجة 12. ويجمع عناصر الخط القطري، التي يسميها «الاحتمالات البسيطة» ليحصل على العدد 4095 الذي أشار إليه الطوسي. ويطلق اسم التوافيق المركبة أو «الاحتمالات المركبة»[19] على الصيغة:

---

[18] المرجع المذكور، ص. ٧٣ظ-٧٤و.

[19] المرجع المذكور، ص. ٨١و.

$$\left(\sum_{k=1}^{m}\binom{m}{k}\right)\left(\sum_{j=1}^{n}\binom{n}{j}\right) \qquad (**)$$

حيث $m = 4, n = 12$

ويبين أن العبارة (*) هي مجموع التوافيق البسيطة والتوافيق المركبة، أي أنه يكون لدينا:

$$\begin{aligned}&\sum_{p=1}^{m+n}\left(\sum_{k=0}^{m}\binom{m}{k}\binom{n}{p-k}\right)=\\&=\sum_{k=1}^{m}\binom{m}{k}+\sum_{j=1}^{n}\binom{n}{j}+\left(\sum_{k=1}^{m}\binom{m}{k}\right)\left(\sum_{j=1}^{n}\binom{n}{j}\right)= \qquad (***)\\&=\sum_{k=1}^{m}\binom{m}{k}+\left(\sum_{k=0}^{m}\binom{m}{k}\right)\left(\sum_{j=1}^{n}\binom{n}{j}\right)\end{aligned}$$

عندما نطرح 1 من جانبي المساواة، نحصل على:

$$\sum_{p=0}^{m+n}\left(\sum_{k=0}^{m}\binom{m}{k}\binom{n}{p-k}\right)=\left(\sum_{k=0}^{n}\binom{m}{k}\right)\left(\sum_{j=0}^{m}\binom{n}{j}\right)$$

وإذا أخذنا الصيغة بالاعتبار نحصل على:

$$.\ 2^{m+n}=2^{m}\cdot 2^{n}$$

يقوم الحلبي كذلك بعمليات حسابية أخرى على المعطيات التي قدمها الطوسي، ويقدم ملاحظات حول نص سلفه، تتناول جميعها الخصائص التوافيقية.

وهكذا نبتعد كثيراً عن مسألة فيض الكثرة من الواحد، هذه المسألة التي لم يبق منها سوى ذكرى باهتة؛ فقد سبق أن تراجع المحتوى الأنطولوجي عند الطوسي، ثم تلاشى تمامًا في كتاب الحلبي عن التحليل التوافيقي، ليبقي فقط على الطرق والنتائج الضرورية أو المفيدة لبناء هذا التحليل.

إذا كان استناد مذهب ابن سينا على نظام المصادرات مع نزعة نحو أنطولوجيا صورية، قد جعل الطوسي يأمل بإيجاد حلّ رياضي لهذه المسألة الميتافيزيقية، فإن الحل الذي وجده ما فتئ أن أصبح جزءاً لا يتجزأ من العلوم الرياضية، بغض النظر عن المشاكل الميتافيزيقية التي قد أثارها هذا الحل. ولقد كان ذلك ممكنًا لأن عناصر كائنات يمكنها أن تكون عقولاً أو أية أشياء أخرى، بشرط واحد فقط هو أن تكون هذه الأشياء منفصلة وأن يكون عددها متناهيًا ولو أخذناه عظيماً.

لقد شهدنا من دراسة ابن سينا وصولاً إلى أعمال الحلبي تلاشيًا للمحتوى الأنطولوجي لأحد المذاهب الفلسفية لصالح الطرائق التوافيقية التي تم إدخالها أصلاً بهدف خدمة هذه الأنطولوجيا. إن عمل الطوسي، الموحد لتيارين منفصلين في البحث - تيار اللغويين وتيار الرياضيين - عملٌ مؤسسٌ لهذه الحركة التي تكلمنا عنها؛ وهو بذلك مؤسس للتحليل التوافيقي. أما الحلبي، وبالرغم من أنه رياضي من الدرجة الثانية، فقد أمّن لفصل التحليل التوافيقي وجوداً مستقلاً، مكرِّسًا له مؤلفًا رياضيًا ومُطلِقًا عليه تسمية خاصة. لكن بين الطوسي والحلبي هناك آخرون عملوا أيضًا، كما يبدو، في إطار تيار الطوسي؛ ومن بينهم تجدر الإشارة بشكل خاص، إلى الفارسي وابن البنّاء[20].

يشهد هذا المثل، كبعض الأمثلة الأخرى، على المكانة التي اختصت فيها فلسفة الرياضيات في عصر الإسلام الكلاسيكي، كما يبين أن الرياضيات قد لعبت

---

[20] انظر: رشدي راشد، «الأعداد المتحابة وأجزاء القواسم التامّة والأعداد الشكلية في القرنين الثالث عشر والرابع عشر»، في *تاريخ الرياضيات العربية: بين الجبر والحساب*، بيروت، مركز دراسات الوحدة العربية، ١٩٨٩، ص. ٢٩٩-٣٤٨ [باريس، ١٩٨٤].

دوراً فعالاً في الفلسفة - وهذا الأمر لا يدهشنا - ولكن دور الفلسفة، من جهة أخرى، في تطور هذا الفرع الرياضي لم يكن أقلّ فعالية.

نحن المؤرخين للعلوم، لا نستطيع أن نتجاهل تاريخ الفلسفة، لكن تجاهلَ دور المعارف الجديدة كارثة بالنسبة إلينا كمؤرخين للفلسفة الإسلامية.

ا-٢٠٣-و
م-١٩٣-ظ
ب-٢٦

بسم الله الرحمن الرحيم

‹نصير الدين الطوسي
في بيان كيفية صدور الأشياء الغير المتناهية
عن المبدأ الأول الواحد›

5 هذه رسالة ذكرها مولانا المعظم والإمام الأعظم سلطان الحكماء والمتبحرين أفضل المتقدمين والمتأخرين قدرة المحققين نصير الحق والدين حجة الإسلام والمسلمين في بيان كيفية صدور الأشياء الغير المتناهية عن المبدأ الأول الواحد.

قال: قالت الحكماء: المبدأ الأول لجميع الموجودات، واحد، تعالى ذكره،
10 وإن الواحد لا يصدر عنه إلا واحد. قيل لهم: فإن كان هكذا وجب أن يكون معلولاته واحداً بعد واحد متسلسلة إلى المعلول الأخير، وحينئذٍ لا يمكن أن يوجد شيئان إلا ويكون أحدهما علة للآخر بتوسط أو بغير توسط. قالوا: إنما قلنا: إن الواحد لا يصدر عنه من جهة واحدة إلا واحد؛/ أما إذا تكثرت ا-٢٠٣-ظ الجهات فقد يصدر عنه من تلك الجهات كثرة ولا يكون ذلك مناقضًا لقولنا:
15 لا يصدر عنه إلا واحد.

1-8 بسم ... الواحد: هذه رسالة اخترعها المولى السعيد المحقق العلامة افضل المتاخرين نصير الحق والدين الطوسى، رحمه الله، في العلل والمعلولات. بسم الله الرحمن الرحيم [ب، د، ن] بسم الله الرحمن الرحيم وبه ثقتي هذه رسالة اخترعها المحقق الطوسي طاب رمّه في العلل والمعلولات [م] – 7 الغير المتناهية: الأفصح «غير المتناهية»، وسنتركها على حالها دون الإشارة – 9 قال قالت: مسئلة قال [م] مسئلة قالت [ب، د، ن] / الأول: لاول [د] – 10 وإن: وأن [ن] / واحد: الواحد [م] / فإن: وان [م] – 11 الأخير: الآخر [ب، د، ن] / وحينئذٍ: وح [م]، الاختصار المعروف عند النساخ – 12 شيئان: معلولان [م] بتوسط: بوسط [ب، د، م، ن] / توسط: وسط [ب، د، م، ن] – 13 واحد: واحدا [م] / أما: واما [م] / تكثرت: تكررت [د، ن] مهملة [ب] – 15 واحد: واحدا [م].

قالوا: والمعلول الأوّل الذي هو عقل أوّل فيه جهات كثيرة، إحداها وجوده الصادر عن المبدأ الأول، والثاني ماهيته التي تقتضيها غيريته للأوّل، والثالث علمه بالأوّل، والرابع علمه بذاته.

قالوا: ويمكن أن يصدر عنه من هذه الجهات أربعة أشياء: عقل ثانٍ 5 وهيولى وصورة يتركّب عنهما فلك هو أعظم الأفلاك، ونفسٌ تدبر ذلك الفلكَ وتحرّكه؛ ثم يصدر عن ذلك العقل عقلٌ وفلكٌ ونفسٌ، وهكذا إلى أن تصير العقول عشرة والأفلاكُ تسعة؛ وتصدر عن العقل الأخير هيولى عالم الكون والفساد، والصور المتعاقبة منها على تفصيل ذكروه.

قيل لهم: هذه الجهات التي في العقل الأول إن كانت موجودات متغايرة، 10 فقد صدر عن المبدأ الأول كثرةٌ، وإن لم تكن موجودات، فكيف يُعقل صدور أشياءَ عن شيء واحد من جهات لا وجود لها؟ ثم إنّكم تقولون: إنّ الأفلاك كثيرة وفيها كواكب ثابتة لا تحصى وكواكب سيّارة، فجميع هذا من أين جاء؟ وما عللها؟ وطال / التنازع فيه بين الفريقين كما هو المشهور بين ب-٢٧ النظار.

15 أقول: ويمكن أن يصدر عن المبدأ الأول، على قواعد الحكماء، كثرةٌ غير مترتبة بوسائط قليلة، ولا يكون مبدأ كل معلول إلا علة موجودة بانفرادها غير أمر اعتباري وجهة لا وجود لها بالانفراد.

وليكن المبدأ الأول آ ومعلوله الأول بَ وهو في أولى مراتب المعلولات، ثم ليصدر عن آ مع بَ: جَ وعن بَ وحده دَ، فهما في ثانية مراتبها وهما 20 معلولان / غير مترتبين، أي ليس أحدهما علة للآخر، ومجموع المعلولات ا-٢٠٤-و

1 وجوده: وجودها [م] – 2 الأول: لاول [د] / غيريته: غيريتها [أ] – 4 ثانٍ: ثانى [د، ن] – 6 وتحركه: ويحركه [م] / وهكذا: ناقصة [م] / تصير: يصير [د، ن] – 7 وتصدرُ: ويصدر [د، ن] / الأخير: الآخر [ن] الاخر [د] – 8 منها: فيها [د، م، ن] – 10 تكن: يكن [م] – 12 كثيرة: ناقصة [ب، د، ن] تسعة [م] / ثابتة: ثاتبة [د، ن] / تحصى: يحصر [م] / وكواكب: كواكب [ب] (و)كواكب [د، ن] / هذا: هذه [ب، د، م، ن] – 13 التنازع: النزاع [ب، د، م، ن] / فيه: ناقصة [د، ن] – 15 الأول: لاول [د] – 16 مبدأ: مبدء [د] – 17 وجهة: او جهة [ب، د، م، ن] / لها: ناقصة [ب] (لها) [د، ن] / بالانفراد: بانفراد [د، ن] – 18 وليكن: فليكن [ب، د، ن، م] / الأول: الاولى [ب، د] / أولى: أول [ب، د، م، ن] / المعلولات: الحلبي يضيف هنا تفسيراً «ثم في كل مرتبة تؤخذ احتمالاتها وحدها، ثم احتمالات ضم احتمالاتها إلى احتمالات جملة المراتب التي قبلها، ثم تجمع الاحتمالات الأولى، ولتسم البسيطة، إلى الاحتمالات الثانية، ولتسم المركبة. وأما جملة المراتب التي قبل الأخيرة فلا تؤخذ وحدها لأنها قد أخذت أولاً» ٧٥-ظ.

مع العلة الأولى أربعة هي: آ بَ جـَ دَ، ولنسمها بالمبادئ، وازدواجاتها الثنائية ستة هي: آب آجـ آد بجـ بد جـد، والثلاثية أربعة: ابجـ ابد اجد بجد، والرباعية واحدة وهي مجموع ابجد، والجميع خمسة عشر. ويمكن أن يصدر عن كل واحدة من هذه - مفردة كانت أو مزدوجة - معلول إلاّ
5 من آ وحده ومن بَ وحده ومن آ بَ معًا. فإن معلولات هذه الثلاثة مذكورة في المرتبتين الأولى والثانية، فيبقى اثنا عشر، منها اثنان فرادى هما جـَ ودَ وخمسة ثنائية وأربعة ثلاثية وواحد رباعي، ومعلولاتها اثنا عشر، وهي في ثالثة مراتب المعلولات من غير أن يتوسط البعض في صدور البعض. ثم في المرتبة الرابعة تحصل معلولات يزيد عددها على خمسة وستين ألفًا.

10 ولنقدم على بيان ذلك مقدمة هي أن نقول: إذا اعتبرنا في الاثني عشر الأفراد والازدواجات ثنائية وثلاثية وما زاد عليها إلى اثني عشر حصل لنا أربعة آلاف [ومائتان] وخمسة وتسعون عدداً منها حاصل الأفراد ١٢ وحاصل الثنائيات ٦٦ وحاصل الثلاثيات ٢٢٠ وحاصل الرباعيات ٤٩٥ وحاصل الخماسيات ٧٩٢ وحاصل السداسيات ٩٢٤ وحاصل السباعيات
15 مثل / الخماسيات - إذ ترك فيها خمسة من الأعداد الاثني عشر كما أن م-١٩٤-و في الخماسيات أخذ خمسة - وكذلك الثمانيات مثل الرباعيات والتساعيات مثل الثلاثيات والعشاريات مثل الثنائيات والأحد عشريات مثل الأفراد والاثنا عشري واحد لا غير.

ولنضع لبيان ذلك الاثني عشر وهي: / هـ و ز ح ط ي يا يب يجـ يد يه ا-٢٠٤-ظ
20 يو، فظاهر أن أفرادها ١٢ فقط؛ وأن ثنائياتها تحصل من انضمام هـ مع كل

1 هي: ناقصة [ب، د، م، ن] / بالمبادئ: بالمبادي [ب، د، م، ن]، ولن نشير إليها فيما بعد - 2 الثنائية: الثنانية [ن] الثانية [م] / ستة: ستٌ [ب، د، م، ن] / جـ د: د جـ [م] أثبتها فوق السطر [ب] / أربعة: أربع [ب، د، م، ن] - 3 وهي: هي [ب، د، م، ن] - 4 واحدة: واحد [ب، د، م، ن] / كانت: ناقصة [م] / مزدوجة: فرد وزوج [م] - 5 الثلاثة: الثلثة [ا، ب، د، م] ولن نشير إليها فيما بعد - 6 فيبقى: وبقى [ب، د، م، ن] فبقى [ا] / اثنا: اثنى [م] ولن نشير إليها فيما بعد - 7 اثنا: اثنتا [ب، د، م، ن] - 9 تحصل: يحصل [د، م، ن] / معلولات: ما [م] / عددها: عدتها [ب، د، م، ن] - 10 على بيان: لبيان [م] / هي: وهي [م] / إذا: اذ [م] / الاثني: الاثنا [ب، د، م، ن] - 11 عليها: على ذلك، وكتب «ذلك» فوق السطر [م] - 12 [ومائتان]: هذا العدد صحيح في رسالة الحلبي (٧٦-و)، ربما كانت عنده نسخة أخرى أو صححه - 14 ٧٩٢: ٧٩٣ [ا، ب، د، م، ن] / حاصل (الثالثة): ناقصة [ب، د، م، ن] - 15 إذ: او [م] / ترك فيها: فيها ترك [ب، د، م، ن] / عشر: عشرى [م] - 18 والاثنا: واثنا [د] والاثنى [م] / عشري: عشريات [م] - 19 ح: حـ [م] / يجـ: يح [م] - 20 تحصل: تجعل [د، م، ن] يجعل [ب].

واحد مما عداه وهو ١١ ثم من انضمام و مع / كل واحد مما بعده وهو ١٠ ب-٢٨
وهكذا فيما بعد و والمجموع يحصل من جميع الأعداد المتوالية من واحد إلى
أحد عشر وهو ٦٦ لا غير وهو حاصل الثنائيات.

وأما الثلاثيات فتحصل من انضمام هـ مع و وهما مع واحد واحد من الباقية
5 وهي ١٠، ثم من انضمام هـ مع ز وهما مع واحد واحد مما بعدهما وهي ٩،
وهكذا إلى أن تتم الأعداد ويحصل عدد يتركب من الواحد إلى العشرة على
التوالي وهو ٥٥ يكون هـ أحد أجزاء جميعها؛ ثم نخلّي عن هـ ونعتبر و مع ز
وهما مع واحد واحد من الباقية يحصل ٩، ومن اعتبار و مع ح وهما مع واحد
واحد مما بعدهما يحصل ٨، وهكذا إلى الآخر، ويحصل عدد يتركب من
10 الواحد إلى التسعة على التوالي وهو ٤٥، وعلى هذا القياس يعتبر فيما بعد و
ويحصل لنا أعداد مركبة من الواحد إلى الثمانية ومن الواحد إلى السبعة إلى
أن ننتهي إلى الواحد وحده، فتكون الأعداد جميعها هذه نه مه لو كح كا يه
ي و جـ ا ومجموعها ٢٢٠، وذلك هو حاصل الثلاثيات.

وأما الرباعيات فتكون في الاعتبار الأول هـ و ز مع واحد واحد من التسعة
15 الباقية، ثم اعتبار هـ و مع اثنين اثنين مما بعدهما، ثم اعتبار هـ مع ثلاثة
ثلاثة، يحصل ما يخرج من الواحد منضماً إلى الأعداد المتوالية التي بعدها
إلى تسعة، ثم منه إلى ثمانية، ثم منه إلى سبعة وهكذا إلى الواحد وحده،
وتحصل من الجميع هذه الأعداد المتوالية قسه قكـ فد نو له كـ ي د ا / ا-٢٠٥-و
ومجموعها ٤٩٥، وذلك هو حاصل الرباعيات.

20 وعلى هذا القياس نعمل في طلب الازدواجات الخماسية، وتحصل هذه

3 وهو (الثانية): وهي [ا، ب، د، م، ن] – 4 فتحصل: فيحصل [ب، د، م، ن] – 5 ز: د [ب، د، ن] / بعدهما: بعدها [ا، م] – 6 تتم: يتمّ [د، م ن] / يتركب: مركب [د، ن] يركب [ب] – 7 نخلّي: يخلّي [د، ن] / ونعتبر: ويعتبر [د، ن] – 8-9 من الباقية ... واحد واحد: ناقصة [م] – 9 يحصل ٨: أثبتها في الهامش [ب] – 10 يعتبر: نعتبر [م] / فيما: مما [ب، د، م، ن] – 11 ويحصل: يحصل [م] – 12 ننتهي: ينتهي [د، م، ن] / فتكون: ويكون [ب، د، م، ن] / جميعها: جمعيها [د] / لو: طو [م] / كح: كج [د، ن] يح [م] – 13 ا: ناقصة [م] – 14 فتكون: فيكون [د، م، ن] – 15 اثنين اثنين: اثنتين اثنتين [د، ن] – 16 يخرج: يجتمع [ب، د، م، ن] – 17 تسعة: التسعة [م] / ثمانية ثم منه إلى: ناقصة [م] / سبعة: سبعه [ن] – 18 وتحصل: ويحصل [ب، د، م، ن] / المتوالية: متوالية [ا] ناقصة [ب، د، م، ن] / فد: مد [د، ن] مهملة [ب] – 20 نعمل: يعمل [ب، د، ن] / الخماسية: الخماسيات [م] / وتحصل: ويحصل [د، م، ن].

الأعداد متوالية في آخر العمل شل ري قكو ع له يه هـ آ، ومجموعها ٧٩٢ وهو حاصل الخماسيات.

ونعمل أيضًا في طلب الازدواجات السداسية مثل ذلك، فتحصل هذه الأعداد تسب رنب قكو نو كـــا و آ، ومجموعها ٩٢٤ وهو حــاصل 5 السداسيات. وقد ذكرنا أن السباعيات تكون مثل الخماسيات، والثمانيات مثل الرباعيات والتساعيات مثل الثلاثيات، والعشاريات مثل الثنائيات، والأحد عشريات مثل الأفراد، والاثنا عشري واحد لا غير، والمجموع ما ذكرناه من العدد. فهذا ما أردت تقديمه.

ولنعد إلى المقصود، فنقول: إذا اعتبرنا المبادئ الأربعة المذكورة مع الاثني 10 عشر التي في المرتبة الثالثة أفراداً وثنائيات وثلاثيات إلى الستة عشر، التي هي المجموع، حصلت تركيبات كثيرة عدتها ما ذكرنا. أما اعتبار الآحاد فرادى فلا يزيد على ١٢ وهي معلولات العدد الذي / في المرتبة الثالثة، لأن ب-٢٩ المبادئ لا يجوز أن تصير مرة أخرى مبادئ لشيء من المعلولات.

وأما الثنائيات فحاصلها من اعتبار الاثني عشر ٦٦، كما مرّ. ويحصل من 15 انضمام كل واحد من المبادئ مع واحد واحد من الاثني عشر ما يحصل من ضرب أربعة في ١٢ وهو ٤٨، والجميع ١١٤ لا نزيد عليه.

وأما الثلاثيات، فحاصل الثلاثيات الاثنتي عشرية ٢٢٠، والحاصل من انضمام كل واحد <واحد> من المبادئ إلى واحد واحد من حاصل الثنائيات الاثنتي عشرية ما يحصل من / ضرب / أربعة في ٦٦ وهو ٢٦٤، ومن م-١٩٤-ظ ا-٢٠٥-ظ 20 انضمام كل اثنين من المبادئ إلى كل واحد من الاثني عشر ما يحصل من ضرب ستة في ١٢ وهو ٧٢، والمجموع ٥٥٦ لا نزيد عليه.

1-4 ٧٩٢ ... ومجموعها: أثبتها في الهامش [ب] – 3 ونعمل: ويعمل [د، ن] / فتحصل: فيحصل [د، م، ن] – 4 تسب: قست [ا، ب، د، ن] / تسب ... آ: ناقصة [م] – 5 أن: مكررة [د] / تكون: يكون [د، م، ن] – 7 والمجموع: ومجموع [م] – 8 تقديمه: صححها فوقها [ب] – 9 إذا: اذ [م] / اعتبرنا: اعتبر [م] – 9-10 مع الاثني عشر التي: ناقصة [م] – 10 وثنائيات: او ثنائيات [د، ن] / وثلاثيات: او ثلاثيات [ن] أثبتها في الهامش [ب] – 11 حصلت: حصل [ا، ب، د، م، ن] / كثيرة: كثير [م] / عدتها: عمدتها [د، ن] / ذكرنا: ذكرناه [ن] / الآحاد: الاحادية [م] – 12 فرادى: ناقصة [م] / وهي: هي [د، ن] – 13 تصير: يصير [د، م] – 14 من (الأولى): في [ب، د، م، ن] – 15 من (الثالثة): في [ب، د، ن] – 16 نزيد: مزيد: [ب، د، م، ن] / عليه: علميه [د] – 17 فحاصل الثلاثيات: فحاصلها [م] / الاثنتي: الاثني [ا، ب، د، م، ن] – 19 الاثنتي: الاثني [ا، ب، د، م، ن] – 18 واحد من حاصل الثنائيات: أثبتها في الهامش [ب] – 21 نزيد: مزيد [د، ن].

وأما الرباعيات، فحاصل الرباعيات الاثنتي عشرية ٤٩٥، والحاصل من انضمام كل واحد من المبادئ إلى حاصل الثلاثيات الذي هو ٢٢٠ ما يحصل من ضرب أربعة فيه، وهو ٨٨٠، ومن انضمام كل اثنين من المبادئ إلى حاصل الثنائيات الذي هو ٦٦ ما يحصل من ضرب ستة فيه وهو ٣٩٦، ومن انضمام ثلاثة من المبادئ إلى حاصل الأفراد - وهو ١٢ - ما يحصل من ضرب أربعة فيه، وهو ٤٨، والمجموع ١٨١٩ لا نزيد عليه.

وأما الخماسيات، فحاصلها الاثنا عشري ٧٩٢، والحاصل من انضمام كل واحد من المبادئ إلى حاصل الرباعيات ما يحصل من ضرب أربعة في ٤٩٥ وهو ١٩٨٠، ومن انضمام كل اثنين منها إلى حاصل الثلاثيات ما يحصل من ضرب ستة في ٢٢٠ وهو ١٣٢٠، ومن انضمام كل ثلاثة منها إلى حاصل الثنائيات ما يحصل من ضرب أربعة في ٦٦ وهو ٢٦٤، ومن انضمام المبادئ الأربعة إلى حاصل الأفراد ما يحصل من ضرب واحد في ١٢ وهو ١٢، والمجموع ٤٣٦٨.

وأما السداسيات، فحاصلها الاثنا عشري ٩٢٤، ومن انضمام واحد واحد من المبادئ إلى حاصل الخماسيات ٣١٦٨ / ومن اثنين اثنين إلى حاصل الرباعيات ٢٩٧٠، ومن ثلاثة ثلاثة إلى حاصل الثلاثيات ٨٨٠، ومن الأربعة إلى حاصل الثنائيات ٦٦،/ والمجموع ٨٠٠٨. ا-٢٠٦-و ب-٣٠

وأما السباعيات، فحاصلها الاثنا عشري ٧٩٢، والحاصل من انضمام آحاد المبادئ إلى حاصل السداسيات ٣٦٩٦، ومن انضمام ثنائياتها إلى حاصل الخماسيات ٤٧٥٢، ومن ثلاثياتها إلى حاصل الرباعيات ١٩٨٠، ومن أربعتها إلى حاصل الثلاثيات ٢٢٠، والمجموع ١١٤٤٠.

وأما الثمانيات، فحاصلها الاثنا عشري ٤٩٥، والحاصل من آحاد المبادئ مع حاصل السباعيات ٣١٦٨، ومن ثنائياتها مع حاصل السداسيات ٥٥٤٤،

1 الاثنتي: الاثني [ا، ب، د، م، ن] – 3 اثنين: اثنتين [د، ن] – 6 لا نزيد عليه: ناقصة [م] نزيد: يزيد [د، ن] / عليه: ناقصة [ب، د، ن] – 7 الاثنا: الاثني [ا] / ٧٩٢: سبع مائة او اثنان وتسعون [د، ن] ٧٧٢ [م] – 9 اثنين: اثنتين [د، ن] – 11 الثنائيات: الثلاثيات [م] – 12 وهو ١٢: ناقصة [ب، د، م، ن] – 13 ٤٣٦٨: ٣٦٨ [م] – 15 ٣١٦٨: كرر بعدها «ومن انضمام المبادئ الأربعة إلى حاصل الأفراد ما يحصل من ضرب واحد في»، ثم ضرب عليها بالقلم [ا] – 16 ٢٩٧٠: اثنان وتسع مائة وسبعون [ن، د] ٩٧٢ [م] ٩٧٢٠ [ا] / ثلاثة (الثانية): ناقصة [ن] أثبتها تحت السطر [ب] – 20 ٤٧٥٢: ٧٥٢ [م] – 21 أربعتها: رباعيات [م] / ٢٢٠: ٢٢ [م] / ١١٤٤٠: ٤٤٠ [م] – 22 آحاد: انضمام آحاد [م].

ومن ثلاثياتها مع حاصل الخماسيات ٣١٦٨، ومن أربعتها مع حاصل الرباعيات ٤٩٥، والمجموع ١٢٨٧٠.

وأما التساعيات، فحاصلها الاثنا عشري ٢٢٠، والحاصل من آحاد المبادئ مع حاصل الثمانيات ١٩٨٠، ومن ثنائياتها مع حاصل السباعيات ٤٧٥٢، 5 ومن ثلاثياتها مع حاصل السداسيات ٣٦٩٦، ومن أربعتها مع حاصل الخماسيات ٧٩٢، والمجموع ١١٤٤٠.

وأما العشاريات، فحاصلها الاثنا عشري ٦٦، والحاصل من آحاد المبادئ مع حاصل التساعيات ٨٨٠ ومن ثنائياتها مع حاصل الثمانيات ٢٩٧٠، ومن ثلاثياتها مع حاصل السباعيات ٣١٦٨، ومن أربعتها مع حاصل السداسيات 10 ٩٢٤، والمجموع ٨٠٠٨.

وأما الأحد عشريات، فحاصلها الاثنا عشري ١٢، والحاصل من آحاد / ا-٦-٢-ظ المبادئ مع حاصل العشاريات ٢٦٤، ومن ثنائياتها مع حاصل التساعيات ١٣٢٠، ومن ثلاثياتها مع حاصل الثمانيات ١٩٨٠، ومن أربعتها مع حاصل السباعيات ٧٩٢، والمجموع ٤٣٦٨.

15 وأما الاثنا عشريات، فحاصلها الاثنا عشري واحد، والحاصل من آحاد المبادئ مع حاصل الأحد عشريات ٤٨، ومن ثنائياتها مع حاصل العشريات ٣٩٦، / ومن ثلاثياتها مع حاصل التساعيات ٨٨٠، ومن أربعتها مع حاصل م-١٩٥-و الثمانيات ٤٩٥، والمجموع ١٨٢٠. /

وأما الثلاثة عشريات فليس لها حاصل اثنا عشري، والحاصل من آحاد ب-٣١ 20 المبادئ مع حاصل الاثنا عشري أربعة، ومن ثنائياتها مع حاصل الأحد عشريات ٧٢، ومن ثلاثياتها مع حاصل العشريات ٢٦٤، ومن أربعتها مع حاصل التساعيات ٢٢٠، والمجموع ٥٦٠.

1 أربعتها: رباعياتها [م] – 2 والمجموع: والمجموع يكون [ب، د، م، ن] / ١٢٨٧٠: ٢٨٧٠ [م] – 3 آحاد: انضمام آحاد [م] – 5 ٣٦٩٦: ٣٦٩٠ [م] / أربعتها: رباعياتها [م] / مع: في [ب، د، ن] – 9 أربعتها: رباعياتها [م]– 11 الأحد عشريات: الأفصح الإحدى عشرية وهكذا الاثنتا عشرية وثلاث العشريات (أو الثلاث عشرية) وأربع العشريات (أو الأربع عشرية) ... الخ ولكن تركناه واعتبرناها حدوداً – 13 ١٣٢٠: ١٣٨٠ [م] / ثلاثياتها ... ١٩٨٠ ومن: ناقصة [م] / أربعتها: أربعها [ب، د، ن] رباعياتها [م] – 15 الاثنا (الأولى): الاثنى [ن] / الاثنا (الثانية): الاثنى [د، ن] – 17 التساعيات: السباعيات [ا، ب، م] / أربعتها: أربعها [ب، د، ن] رباعياتها [م] – 20-21 الأحد ... مع حاصل: مكررة [ن] – 21 ٧٢: ٦٢ [م] / ٢٦٤: ٣٩٢ [ا، م] ثلاث مائة وستة وتسعون [د، ن] / أربعتها: رباعياتها [م] – 22 ٥٦٠: ٢٩٢ [ا، ب، د، م، ن].

وأما الأربعة عشريات، فليس لها حاصل اثنا عشري ولا حاصل مع آحاد المبادئ، والحاصل من ثنائيات المبادئ مع الحاصل الاثنا عشري ستة، ومن ثلاثياتها مع حاصل الأحد عشريات ٤٨، ومن أربعتها مع حاصل العشاريات ٦٦، والمجموع ١٢٠.

وأما الخمسة عشريات فليس لها حاصل اثنا عشري، ولا حاصل مع آحاد المبادئ وثنائياتها، والحاصل من ثلاثياتها مع حاصل الاثنا عشري أربعة، ومن أربعتها مع حاصل الأحد عشريات ١٢، والمجموع ١٦.

وأما الستة عشريات فواحد لا غير.

فإذن حصل لها من هذه الازدواجات هذه الأعداد الأفراد ١٢ والثنائيات ١١٤، الثلاثيات ٥٥٦، الرباعيات ١٨١٩، الخماسيات ٤٣٦٨، السداسيات ٨٠٠٨، / السباعيات ١١٤٤٠، الثمانيات ١٢٨٧٠، التساعيات ١١٤٤٠، ا-٢٠٧-و العشاريات ٨٠٠٨، الأحد عشريات ٤٣٦٨، الاثنا عشريات ١٨٢٠، الثلاثة عشريات ٥٦٠، الأربعة عشريات ١٢٠، الخمسة عشريات ١٦، الستة عشريات ١، ومجموعها ٦٥٥٢٠ عدداً، هي أعداد المعلولات التي يمكن أن تقع في المرتبة الرابعة للمعلولات من غير المبدأ الأول من غير توسيط البعض للبعض، ومن غير ما بين الاعتبارات والجهات التي لا توجد بالاستعلال.

وإن اعتبر ما بعد هذه المرتبة وعُدّ ما يقع فيها صارت الأعداد عَسِرة الانضباط لكثرتها.

وقد تبين من ذلك إمكان صدور الكثرة التي لا تنحصر عن المبدأ الأول على شريطة أن لا يصدر من واحد إلا واحد من غير أن تكون المعلولات متسلسة، وذلك ما أردنا بيانه في هذه المسألة، والله أعلم بالصواب.

1 الأربعة: الاربعة [د] الخمسة، وكتب فوقها الصواب [م] – 2 الاثنا: من الاثنى [ب، د، م، ن] – 3 أربعتها: رباعياتها [م] – 5 الخمسة: الخمسه [د] – 6 الاثنا: اثنى [م] – 7 أربعتها: رباعياتها [م] – 8 الستة عشريات: الستته عشرية [د] الستة عشرة [ب] – 9 فإذن: وإذن [ب، د، ن] / لها: لنا [ب، د، م، ن] – 10 ٤٣٦٨: ٤٣٤٨ [ب، د، م] – 13 ٥٦٠: ٦٩٢ [ا، د، م، ن] / الأربعة عشريات ١٢٠: أثبتها في الهامش [ب] / ١٦: ٦١ [ب، د، ن] – 14 عشريات: ناقصة [د] / ومجموعها: والمجموع الحاصل من ذلك [ب، د، م، ن] / ٦٥٥٢٠: ٦٥٦٥٢ [ا] خمسة وستون ألفاً وست مائة واثنان وخمسون [ب، د، م، ن] / المعلولات التي: ناقصة [م] – 15 تقع: يقع [د] / غير: عند [ب، د، م، ن] / توسيط: توسّط [ب، د، م، ن] – 16 للبعض: أثبتها فوق السطر [ب] / ما بين: تأثير [ب، د، م، ن] / توجد: يوجد [م] / بالاستعلال: بالاستقلال [د، م، ن] مهملة [ب] – 19 إمكان: ناقصة [م] / تنحصر: ينحصر [م] / عن: من [ب، د، م، ن] – 20 شريطة: شريط [ب] / واحد (الأولى والثانية): الواحد [م] / تكون: يكون [ب، د، ن] – 21 أردنا: أردت [ا، ب، د، م، ن].



الفصل الخامس



الـمُجْتَمَعُ العِلْمي والتقاليدُ الوطنيةُ في البَحْث*

قد يكون ضروريًا إحصاءُ عددِ الجامعات ومراكزِ البحوث، والتذكيرُ بعدد الـمُهندسين والكيميائيين والأطباءِ وما إليه، لـمعرفة الـمستوى العلمي لأمةٍ أو لبلدٍ ما. إن هذه الـمعطيات الكمية - مع أنها مُهِمة بدون أدنى شك - لا تسمحُ وحدها بالتعرف على الـمُجْتَمَعِ العِلْمي أو الجماعةِ العِلْميّةِ لهذا البلد أو لهذه الأمة. إن مجموعةً من العلماء، مهما كان عددُها ومهما كان عددُ الـمؤسسات التي يتواجدون فيها، لا تُشكل بالضرورة مَدينةً علميةً ولا حتى مُجتَمَعًا علميًا، وذلك إذا أردنا تَكَتلاً مُتماسكًا ولم نُرِد تَجَمعًا كما يقول روسو في كتابه حول العقد الاجتماعي، في الفصل الخامس من القسم الأول. والحقيقة هي أن هناك بلدانًا اتخذت لنفسها جامعاتٍ ومراكزَ عديدة وجميلة، بدون أن نتمكن من التعرف فيها على مُجتَمَعٍ علمي أصيلٍ. لقد خَلَطَ بالفعل بعضُ علماء الاجتماع الذين تَتَلمَذوا في مدارس علم الاجتماع الأميركية، بين مَجموعةٍ ومُجْتَمَعٍ؛ وهذا الخلطُ مرفوضٌ بدون تردد من قِبَلِ علماء الاجتماع التابعين لـمدارس وابير (Weber) وسيمل (Simmel) ودوركايم (Durkheim) أو ماركس (Marx). والواقع هو أنه، عند التحدث عن جَماعةٍ أَوْ مُجْتَمَعٍ، يجب تحديد الـمَقاييس والعوامل التي تجعل من تَجَمعٍ ما - سواء أكانَ صغيراً أم كبيراً - مُجْتَمَعًا واعيًا لنفسه ومُتَمَيزاً من الـمُجتَمعات الأخرى. إن الكلام عن الـمُجْتَمَع العِلمي مُهِمةٌ أبعدُ من أن تكونَ سهلةً. وسوف نُوَجهُ اهتمامنا فقط نحو الـمَقاييس والعوامل الـمُتعلقة بالعِلْمِ وبتاريخه.

* نقلها من الفرنسية إلى العربية الأستاذ بدوي المبسوط.

لا يُمْكِن الكلامُ على الـمُجتَمَع العلمي بدون الكلام عن البحثِ العلمي نفسه. إن الـمُجتَمَعَ العِلْمي يكون موجوداً عندما تـوجَدُ تقاليدُ وطنيةٌ في البحث العلميّ تُمَهدُ لوجودِ هذا الـمُجتَمَعِ العِلْمي وتُقدمُ له الخصائصَ التي تُمَيزه. وإذا انعدمتْ التقاليدُ الوطنيةُ في البحوث، لا يبقى سوى كَميّة من الـمُعَلمين وتَجَمعٍ من التقَنيين ذوي تكوين مُتَساوٍ في تَنافره وفي عدمِ تَجانُسِه. أمّا التقاليدُ العلميةُ الوطنيّة، إذا ما وُجِدَت، فإنها تَظهَرُ في أسماء العلماء وفي عناوينِ مؤلفاتِهم، وفي الـمواضيع التي طَوروها، والتجديداتِ النظريةِ والتـقنيـةِ التي قـاموا بهـا. إن مسألةِ التطورِ العلمي تَكمُنُ في القُدرة على خَلقِ مثلِ هذه التقاليد في البحث، بحيث يكون عاملاً في تكامل مجموعات العلماء وفي تكوينِ الـمُجتَمَعِ العِلْمي. سوف نُوردُ، لإيضاح ما أكدنا، ثلاثةَ أمثلةٍ مَأخوذةٍ من تاريخ العلوم في هذه الـمنطقـة من العالَم: الأوّل منها يرجع إلى القرن التاسع الـميلادي في بغداد؛ والثاني يعود إلى القرن التاسع عشر في القاهرة، والـمثل الثالث يعود إلى النصف الأول من القرن العشرين في القـاهرة أيضًا. وربما تُسـاعدُنا الـمُجابَهـةُ بين هذه الأمَثلة على طرح الـمسـألة بوُضـوح. ولكنْ، قَبلَ أن نوردَ هذه الأمثلة، يجب علينا أن نُذكّـرَ ببـعض الوقـائع التاريخية.

يتـوجب علينا أن نُـميـزَ أولاً بين العِلْم الكلاسيكي والعِلْمِ الحديثِ والعِلْمِ الصناعي. لقد تَطورَ العِلْمُ الكلاسيكي فيما بين القرن التاسع الـميلاديّ والنصف الأول من القرن السابع عشر الـميلاديّ. ونَشأ في أول الأمر في الـمراكز الـمَدَنيّةِ الإسلاميّةِ وباللغة العربيّة. إن الترجماتِ اللاتينيّةَ لمؤلفات علماء الإسلام والبحوث التي قـام بهـا البـعض على نفس الـمنوال (من أمثـال فيـبوناتْشي Fibonacci في الريّاضيّات) كانت تُشكلُ جُزءاً مُكَملاً من هذا العِلْم الكلاسيكيّ. ولقد تم تنشيطُ هذا العِلْمِ من جديدٍ في نهاية القرنِ السادسَ عشرَ وخلالَ النصفِ الأولِ من القرن الذي يَليه، بعد أن بدأ يَضْمَحِل في مكان نَشْأته. وكـان هذا العِلْمُ مكتـوبًا باللُغة الـمُسَيْطِرةِ التي كانت العربيةَ في بادئ الأمرِ ثُم اللاتينيةَ فيما بعد؛ وكـان مُزدَهِراً في الـمراكزِ الـمَدَنيةِ.

أمّا «العِلْمُ الحديثُ» فهو أوروبي. ويُمكِنُ أن نؤرخَ بدايتَه بشكلٍ تَقريبي مع نيوتن (Newton) وخُلفائه في القرن الثامنَ عشرَ الميلاديّ. إننا نَقْصُدُ، بوصفنا لهذا العِلْم بـ «الأوروبيّ»، أنه نشأ وتَطورَ في أوروبا الغربيّة فقط. يَتَميزُ هذا العِلْمُ الحديثُ من العِلْمِ الكلاسيكيّ بنزعة قويّةٍ إلى توحيدِ فُروعه. وكان نيوتن أولَ من حاولَ إيجادَ تفسيرٍ لتوحيدِ الميكانيكا والمناظرِ والمَغْنَطَةِ في آنٍ واحد. ولقد عَمقَ خُلفاؤه، انطلاقًا من دالمبير (d'Alembert) وحتى ماكسويل (Maxwell) هذا المشروعَ وَوَسّعوهُ وطَوّروهُ. وتَطَلَبَت هذه النزعةُ أشكالاً جديدةً من التعاوُن بين العُلَماء في الاختصاصات المُختَلفة. ولم يُقْتَصر هذا العِلْمُ، بخلاف العِلْمِ الكلاسيكي، على لُغَةٍ مُسَيْطِرَة؛ وذلك أن ثلاثَ لُغاتٍ على الأقل فَرَضَتْ نفسَها إلى جانبِ اللاتينيّة وهي الإيطاليةُ والإنجليزيةُ والفَرَنْسيَّةُ، وكذلك الألمانيّةُ (أولر، Leibniz، غوس Gauss...) بدرجةٍ أقلّ. وَيَتَميزُ هذا العِلْمُ من العِلْمِ الكلاسّيكيّ، بالإضافة إلى ذلك، بأشكالٍ من التنْظيمِ خاصة به، كان نَموذجُ مُتْحَف الإسكندريّة قد أصبح لاغيًا مُنْذ زمنٍ بعيد. ولم تَعُدْ كافِيَةً نَماذجُ «بيْتِ الحِكْمة» في بغداد وَ«بَيْتِ العلم» في القاهرة والمدارسِ الدينية -النظاميّة والمُستنصرية وحتى الأزهر، والمَراصِدِ والمُسْتَشفَيات. وَتَطَلّبُ الأَمْرُ إنشاءَ مَراكزَ حقيقيّةٍ للبُحوث مع مَخابرِها؛ وهذا هو الدورُ الذي لَعِبَتْهُ المَجامعُ العِلْميةُ في القرن الثامنَ عشرَ الميلاديّ؛ وتَوَجبَ كذلك إنشاءُ مدارسَ مُخصصَةٍ لتَدريسِ العُلوم ومَدارسَ أخرى مُخَصصَة لتَطْبيقها. ولقد أصْبَحَتْ هذه المدارسُ الأخيرةُ ضروريةً بفضل خاصة أخرى من خصائص العِلْمِ الحديث، وهي تَقْويَةُ البُعْد التطْبيقي الهادفِ إلى المَنْفَعة. ولَكِنْ لا يَجِبُ أن نَنْخَدِعَ : إن التطْبيقَ لم يَكُنْ في الفَتْرةِ الأُولى إلاّ على شكْلِ أمْنيَةٍ. وقد تَوَجّبَ انْتِظارُ الكيمياء والمَغنطيسيّةِ الكَهرَبائيّة والديناميّة الحَراريّة وغيرها، قَبْلَ أنْ تَتَحققَ أمْنيَةُ التطْبيقِ هذه. وأخيراً، فإن هذا العِلْمَ الحَديثَ يَتَميزُ من العِلْمِ الكلاسيكيّ بتَطَلبِه نَشْرِ القواعدِ العِلْميةِ والأخبارِ العِلْمية؛ أيْ أنهُ يَعْتَبرُ العِلْمَ ثقافةً، وهذا ما لم يَكُنْ قد حَصَلَ منْ قَبْلُ. وهكذا رأينا عنْدَئذ، على شكْلٍ أكْبَرَ مما كان سابقًا، بَروزَ الفَلسَفاتِ العِلْميةِ، ومنها ليس فقط فَلسَفاتُ العُلَماءِ التي كانت

مَوْجودةً من قَبْلُ، بَلْ تلْك الخاصةُ بالفلاسفة (دالمْبير، هيوم، كانْط ...)؛ وكَذلك تَكَونَ أيْضًا تاريخُ العُلوم كَمادة مُسْتَقلة وتَم تأليفُ المَوْسوعاتِ العلْمية، إلخ... أمّا الفلسفةُ العلميةُ فلم يَعُد لِرَجُلِ «عَصْرِ الأنوار» غنىً عنها.

وهذا ما جعَلَ، وفْقًا لهذه الظروف، مفهومَ المُجتَمَع العلْمي نَفْسَه وتَكْوين هذا المُجتَمَع وتَأْثيراً مُغايراً لِمَا كانتْ في عَصْرِ العلْم الكلاسيكيّ. وبَدأ يَظْهرُ إلى الوُجود تَصَورٌ آخَر للتعليم والبحث. ونَقولُ باختصار إنه لم يَعُدْ مُمْكنًا القيامُ بالتعْليم أو بالبَحْث بدون تَدَخلِ السلْطَة والدوْلة. وقد سَعَتْ الدوَلُ الجديدةُ التي ظَهَرتْ في بِداية القرن التاسع الميلاديّ إلى تَمَلك هذا العلْم بالتحْديد. ونَذْكُرُ في هذا الخُصوص مَثَلَ مصْر ومَثَلَ اليابان. وكانت الدولَةُ الوطنيةُ مَدْفوعةً بشَكْلٍ ظاهرٍ في كلْتا الحالتَيْن بدَوَافعَ استْراتيجيّةٍ وعسكريّةٍ واقتصاديّةٍ أيضًا. لكن مَثَلَ مصْرَ يُبين أن الدولة لا تَكْفي وَحْدَهَا «لتَمَلك» العلْم الحديث. وكان يَتَوجبُ على أصْحاب القرار - ولا نَقْصُد العسكريين منهم فقط، بل النخْبَةَ السياسيّةَ والأوساطَ الاقتصاديّةَ وكذلك العُلَماءَ المُكونين - أنْ يَلتَزموا التزامًا إراديًا واعيًا بالعمل على تَملك العلْم. لقد كان هذا الالتزامُ الإرادي مَفقوداً لَدَى أصحابِ القرارِ في مُنْتَصَفِ القرنِ التاسعَ عَشَرَ، إذا استَثْنَيْنا بعضَ الحالاتِ النادرةِ (رفاعة الطهطاوي وعلي مُبارك). وَجاءَ فُقْدانُ القُدْرَةِ على القرارِ بِسَبَبِ السيْطرةِ الاستعْماريّة، ليؤدي إلى فشَلِ المَشْروع. وسَوْف نَعودُ مَرةً أخرى إلى الحديثِ عن هذا المَوْضوع.

يَتَميزُ «العلْمُ الصناعي»، أيْ علْمُ المُجتمعاتِ الصناعيةِ المُتَقَدمَةِ التي تُنْتجُ وَتَسْتَهْلكُ العلْمَ على درجةٍ عاليَة، بتَصْنيعِ البَحْث؛ وَتَعني كلمة تَصْنيعِ البَحْث لَيْسَ فقط أن هذا العلْمَ يَقومُ بتَطْويرِ التطْبيقاتِ العلْميةِ على الصناعة أو تَطْويرِ البَحْثِ الصناعي بحد ذاته، بَل إن البَحْثَ العلْمي نَفْسَه يَجْري في مؤسسات ومَخابرَ (المركزِ الوطنيّ للبُحوثِ العلْميّة، مَرْكزِ الدراسات والبحوث النووية، إلخ) أصْبَحتْ هي نفسُها خاضعةً لطرائقِ التنظيمِ والإدارةِ الخاصةِ بالمُمارَسات الصناعيّة. فَصَارَ مَفْهومُ «المجتَمع العلْمي» ذا مَعْنىً مُخْتَلفٍ عن ذلك الذي نعرفه مع العلْمِ الحديث. إن المَواضيعَ نَفْسَها لِهذا العلْمِ الجديد، حَسَبَ تَعْريفاتها الخاصة، تَتَعلقُ بِشكلٍ قوي بالتقَنيّات

المُعقدة، ولقد عُرفَتْ بحقٍ بأنها «ظاهِراتية – تَقَنِيّة»، أيْ أن صياغةَ هذه المَواضيع وإنتاجَها في بعض الأحيان يَتطلبان تعاوُنًا بين العديد من الاختصاصات العلمية والتقَنيّة أيضًا، وغالبًا ما تَتَعَدى كُلْفَتُها القُدْرَةَ المالِيّةَ لبَلَدٍ واحدٍ مُتَوسطِ الكِبَر. إن لُغاتِ هذا العِلْمِ مُتعددةٌ، ولكن اللغةَ الإنكليزية مُسَيْطِرةٌ فيه.

يُمْكِنُ أنْ نَسْتَخلِصَ من هذه النظرةِ الإجمالية عدةَ عِبَرٍ عامةٍ قَبْلَ أنْ نَعودَ إلى الأمْثلة.

العِبْرةُ الأولى : أن الاستقراءَ التاريخي يُبينُ أن العِلْمَ سواء أكان كلاسيكيًا أو حديثًا أو صناعيًا – لم يَسْتَطِعْ أنْ يَتأسسَ وأنْ يَتَطورَ بدون أنْ تَكونَ المؤسساتُ الخاصةُ به قد أنْشأتْ في أول الأمر، ثُم استُحْدِثَتْ مِهنَةُ العالِمِ وتَبعَتْها التطبيقاتُ العِلْمية. وحتى لَوْ لم يَكُن لِهذه العبارات المعنى نفسه خلال الفترات الثلاث للْعِلْم فإن المَراحِلَ التي ذَكَرناها تَبْقى ضروريةً في كُل حالة.

إن تأسيسَ العِلْمِ يَعني إنشاءَ المؤسسات التي يُمْكِن أن يَجْري فيها البَحث العِلْميّ مثل: دارُ الحِكْمة والمراصدُ والمُسْتَشفَياتُ والمكاتبُ والمدارسُ ....، في بغداد والقاهرة وفي سمرقند، إلخ. المَجَامعُ العلميّةُ أولاً ثُم الجامعاتُ في لندن وباريس وبرلين وميلانو وسان-بطرسبرج. أمّا العِلْمُ الصناعي فإننا نَعرفُ جيداً مُؤسساتِه الكبرى والعديدة. ولقد تَوَجب على المؤسساتِ العِلْميّةِ أنْ تُدافعَ غالبًا عن نفسها في مُواجهة مؤسساتٍ أخرى قَويّةٍ وذات سُلُطاتٍ مُتعددةٍ سياسيًا ودينيًا واقتصاديًا.

ولقد تَمّت «مَهْنَنَةُ» البحثِ، أيْ أن البحثَ أصبح مقبولاً كَمِهْنَة. وهكذا كان مُتَرجِمُ المأمون وعالِمُ الفَلَك لَديه وأعضاءُ بيت الحِكْمة وأعضاءُ بَلاطِ عَضد الدوْلَة، ... إلخ، يَنْتَمون إلى مَجموعاتٍ من المِهَنيين، لَهُم رواتبُهُم. وهكذا كان وَضعُ لايْبنِتْز (Leibniz) في بَلاط هانوفَر (Hanovre). ولقد بدأت المَجامعُ العِلميّةُ، تُعطي للباحثين، بشَكلٍ مُنْتَظِمٍ، مُكافآت على بُحوثهم. ثُم أصبح الباحثُ مُوَظفًا ذا مِهْنَة، وَلم نَعُدْ نَرى هذا النوعَ من العُلَماءِ الهُواةِ مِثْلَ ديكارت (Descartes) وفرما (Fermat). لقد تَطورَ المُجتَمعُ العِلْمي على أساس الاختصاصاتِ التي تَزايَدَ عَددُها

بشكْلٍ دائمٍ، مع طاقمٍ من الموظفين المُتخصصين الذين لا يَحْصَلون على شهاداتهم وألقابِهم إلاّ بَعْدَ دراسة طويلة. وأصْبحَ البَحْثُ، بهذا المعنى، مِهْنةً كَسَائرِ المِهَنِ الأخْرى مُنْدَرِجَةً ومُعْتَرَفًا بها ضِمْنَ نظامِ الإنتاج.

العِبْرةُ الثانيةُ يُمْكِنُ أنْ نَسْتَخلِصَها من التاريخ : توجَدُ ثَقافاتٌ ومُجْتَمَعاتٌ مُؤهلة أكْثرَ من غيرِها لاستِقبالِ، وبالتالي لِتَملك العِلْمِ الحديث. وهذه المُجْتَمَعاتُ هي تلك التي وَرِثَتْ من تاريخٍ طويلٍ في العِلْمِ الكلاسيكيّ. لكِن هذه القُوةَ الكامنة تبْقى بدون جَدْوى إذا لم يَجْرِ تنشيطُها بشَكْلٍ إراديّ.

العِبْرةُ الثالثةُ : لم يَكُنْ هُناكَ تَطَورٌ مُتساوٍ لمُخْتَلفِ المناطِقِ، سَواءٌ أكانَ العِلْمُ كلاسيكيًا أمْ حَديثًا أمْ صناعيًا. لقد تَواجَدَتْ المَراكِزُ المُتقدمةُ في تَطورِها مع ما أحاطَ بها وكانَ أقل تَطوراً. مراكزُ العِلْمِ الكلاسيكي كانت بغداد والقاهِرة وقُرْطُبة وسَمرقند، قَبْلَ أنْ تَتَحَولَ إلى بولونيا وَ بادو والبُنْدُقية ثُم إلى باريس ولندن؛ أما اليومَ فإن هذه المراكِزَ كَثيرةٌ في الولاياتِ المُتحدةِ الأميركيّةِ وفي أوروبّا واليابان.

العِبْرةُ الرابعةُ : لم يكُن العِلْمُ أبداً، سَواءٌ أكانَ كلاسيكيًا أمْ حَديثًا أمْ صِناعيًا، شَيْئًا يُنْقَلُ من مُجْتَمعٍ إلى مُجْتَمعٍ آخَرَ. كَذلكَ ليس هُناك نَشرٌ مُمْكِنٌ للثقافةِ العِلْمِية مِنْ مُجْتَمَعٍ إلى مُجْتَمعٍ آخر - بواسِطة التَرْجَمة أوْ نَقْل العُلَماء أو غيرِها - بدون أنْ تحضّرَ لأجلِ ذلك البِنْيَةُ التحْتِيةُ اللازِمةُ. لم تَكُنْ أوروبّا لِتَقْدِرَ على الاسْتِفادةِ مِن المَعارِفِ العِلْمِية، في بدايَة الثوْرَة الصناعيةِ، لو لم تُعَممْ التَرْبِيَةُ الابتدائيّةُ، من جِهَة، ولَوْ لم تُنْشَر الثقافةُ التقَنيةُ بِطُرُق عَديدة، مِن جِهَة أخْرى. لن يَسْتَطِعْ أي مُجْتَمعٍ أنْ يَتَملكَ العِلْمَ بدون أنْ يَبْني لِنَفْسِه وبِنَفْسِه تَقاليدَه الخاصة بالبَحْث.

سَوف نَأخُذُ ثلاثة أمثلة، لأجْلِ إيضاحِ هذه الفِكرةِ الأساسية في نَظَرِنا وهي المُتَعلقة بالمُجْتَمَعِ العِلْميّ وبالتقاليد الوطنيّة في البَحث: المَثالُ الأول هو مثالُ بغداد الخاص بالعِلْم الكلاسيكي، والآخرُ هو مِثالُ القاهرة المُتعلقُ بالعِلْم الحديث، ثم مثالُها أيضًا بالعِلم الذي قد أصبحَ صِناعيًا.

المثال الأول : لنَرجعْ إلى بغداد في بداية القرن التاسع الميلاديّ، وَلْنُلاحِظْ أن حَرَكَةَ تَرْجَمة النصوص لم تَكُن في بدايتها، بَلْ في أوائلِ فترتها الثانية التي ستوصلُها إلى الأوْج. لم يَبْقَ مِن الفَتْرة الأولى لهذه الترجمةِ إلاّ بَعضُ الآثار[1]، أو العناوين أحيانًا؛ وهكذا نَعْلَمُ بواسطة النديم بِوُجودِ تَرْجمةٍ قديمةٍ لِمُقدمةِ ثيون حول كتاب *المَجَسْطي*. لكن هذه الآثارَ لا تَسْمَحُ بتكْوين صورةٍ كاملةٍ لهذا النشاط في الترجمة؛ وهي تُثْبتُ بِبَساطة أنها كانت نَتيجةً لِمُبادَرات فرديةٍ.

أمّا الفَتْرَةُ الثانيةُ التي تَهُمنا الآنَ والتي تَميزت بأهَميتها الكُبرى، فإنها تُشكلُ جُزءاً مِن نشاطٍ أوْسعَ بِكَثيرٍ؛ ويُمْكِنُ أنْ نُدْرِجَ هذا النشاطَ ضِمْنَ حَرَكةِ «إنْشاءِ المؤسساتِ العِلْميّة».

لقد بَدأت هذه الحركةُ التدريجيّةُ بالوصول إلى العلومِ التي كانت حديثةَ الظهورِ، والتي كانت مُتَعلقةً بالمُجْتَمَعِ الجديدِ وبِتَنْظيمِه وَبِعَقيدَته؛ وهي علومُ اللغة وعلمُ الكلام والفِقْهُ والدين والتاريخ والتفسير... إلخ. لقد طُرِحَت، انطلاقًا من مُنتصَف القرن الثامنِ الميلاديّ، أسئلةٌ جَديدة لُغويّةٌ وتفسيرية، ودينيّةٌ وقانونيّةٌ، وما إليه؛ ولقد تَزايد عددُ العُلماء والمؤلفاتُ في هذه المَيادين بشكلٍ كبير، وازدادَت الاخْتِصاصات بشكلٍ مُطردٍ، وبَرَزَت مدارسُ مُتَنافِسَةٌ ومُتَميزةٌ بِمَهْنَنةٍ اعْتُرِفَ بها أكثرَ فأكْثَر[2]. لكن هذه الحركةَ لم تَشْمَل العُلومَ الوارِدةَ من الإرْث الهلينيسْتي، ومنها العلومُ الريّاضيّةُ على الأخص، إلاّ في بغداد وفي القرن التاسع الميلاديّ. إن دراسةً أكثر تَفصيلاً تُبينُ أن الاهتمامَ الذي حَظيَ به الإرْثُ اليوناني مُرتَبِطٌ جُزئيًا بِنشاطِ البَحْث في العلوم الإسلامية. إن الرواياتِ، المَعروفةَ من قِبَلِ

[1] يُشيرُ المُفَهْرِسون القُدامى مِثلُ النديم إلى «نَقْل قديم» لِبَعْض الكُتُب العِلميّة. وهكذا يَتَكلمُ النديم على ترجمة قديمة *للمجسطي*، مِثل الترجمة القديمة لـ «مُقدمة ثيون». انظر *الفهرست*، نشرة ر. تَجدد، طهران، ١٩٧١، ص. ٣٢٧–٣٢٨.

[2] يكفي أن نَذكرَ هنا بمدارس النحو ومدارس اللغة في القرن الثاني للهجرة – مدرسة البصرة ومدرسة الكوفة على الأخص – إن ظهور هذه المدارس والمواقع الاجتماعية التي كان مُمَثلوها يَشغُلونها في بَلاط بغداد وَعِنْدَ وُجهاءِ المُجْتَمَع. وكذلك كان وضعُ رجالِ القانونِ والمؤرخين وغيرهم.

الجميع، حَوْلَ المُختصين في هذه العلوم، مِثْل الخليل بن أحْمَد تُؤَكدُ هذا الارتباط[3]. ونَحن نَفْهَمُ عندئذٍ كيف توحّب انتظار القرن التاسع الميلاديّ حتى تَشْمَلَ هذه الحَركةُ عُلومَ الإرثِ الهلينيسْتي. ونَحن نَفْهَمُ أيضًا أن مَشروعَ الترجمة، في بغداد في ذلك العَصْر، كان يَخُص عدةَ عُلومٍ في آنٍ واحد: الطب وكذلك الهندسةَ وعِلْمَ الفلك، ولم يكُنْ يُقْتَصَرُ على الطب والتنْجيم أيْ على العُلوم ذات المَنْفعة العَمَليّة، كَما ادعى البَعْض. ونحن نُصِر على تَجَنب هذه الرؤيةِ الخاطئة.

ولكنْ لماذا جَرى نَقْلُ عُلومِ الإرثِ الهلينيستي في تلك الفترة وفي ذلك المكان؟ يجب أنْ نَذكر سَبَبَيْن لذلك، الأولُ مَعروفٌ مِن قِبَل الجميع وهو وجودُ طَلَب مِنَ المُجْتَمَع. فكل الدراسات حَوْل النقْل من اليونانية إلى العربية تُبَيِنُ أن الخُلَفاءَ وَناصِري العِلْم أسسوا المَكتباتِ والمَراصِدْ وشجعوا بِكَرَمٍ الترجمةَ والبَحْث. ولكِن ما يَغفُلُ البعضُ دائماً عن قوله هو أن هذه المُؤسساتِ لم تَكُن تَضُم أفراداً فقط، بل مَجْموعاتٍ تُشْبِهُ الفَرائقَ، تَتَنافسُ وتَتَبارى فيما بينها، هذه المجموعاتُ والمراكزُ الاجتماعيةُ التي استُحْدِثَت للترجمة والبحث ساعدت على استيعاب العلوم الهلينيستية داخلَ المدينة العِلْميّة التي كانت في طور الإنشاء والتوَسع. لِنُذَكر بأن بيت الحِكْمة الشهير كان يَضُم عُلَماءَ الفَلك مِثْلَ يَحيى بن أبي منصور، ومُترجمِين مِثْلَ الحجاج بن مَطر - مُتَرْجِمِ أقليدِس وبَطلمْيوس - ورِيّاضيين مِثل الخوارِزمي. وكانت هناك مَجْموعةٌ أخرى في بيت الحِكْمةِ وهي مجموعة بني موسى التي كانت تَضُم هِلال بن هِلال الحِمْصي، مُتَرجِمَ أَبلونيوس، وكذلك المُتَرجِمَ والرياضِي البارِزَ ثابت بن قُرَة. ونحن نَعْلَمُ، أخيراً، أن بَعضَ العُلَماء كانوا يَتَجمعون حَوْلَ حُنَيْن والكِنْدي وَحَولَ آخَرين. إن هذا التنظيمَ للترجمة يُلْقي الضوء على إحدى سماتها الأكثرَ أهميّةً في ذلك العصْر وهي سِمَةُ الضخامة. لقد تَمت فِعلاً

[3] عاش هذا العالِمُ باللغة في القرن الثاني للهجرة وكان في آنٍ واحدٍ مُؤسساً لِعِلْم العَروض ولِعِلْم تأليف القواميس. وكان أيضًا مَنظراً في الموسيقى وعالِماً في الحساب. ولقد لجأ إلى التحليل التوافُقي لحِل مسألة تأليف القاموس العربي؛ كما اهتم في الوقت نفسه بالبَحْث في الحساب. إن هذا المَثَل يُظهِر ترابُطَ البحث في العلوم الريّاضية مع العلوم الإسلاميّة.

خلالَ عِدةِ عقود من السنين ترجمةُ «أصول» أقليدس ثلاثَ مَرّاتٍ، وتَرْجمةُ «المجسطي» مَرتين؛ كما تُرْجمت كُتُبُ أقليدس وبَطلَمْيوس الأخْرى وكتاب «المَخروطات» لأبلونيوس. ولقد تُرْجمت أيضًا خلال هذا القرن عدةَ مؤلفاتٍ لأرشميدس وَسبْعة كُتُبٍ في الحساب لـ ديوفنْطس (Diophante) وأعمال ثيون الإسكندري و بابوس (Pappus) وغيرَها من المؤلفات.

ولم يَكن هذا الجَهدُ المُكثفُ في الترجمة مَنهجيًا ولم يَتْبَع سَبيلَ الارتقاءِ مِنْ السهل إلى الأقل سُهولةً، كما لم يتبَع التَسلسل التاريخيّ للمؤلفين اليونانيين. وهذا يَعني أن عَمليّةَ الترجمَةِ لم تَخضع لِمَشْروعٍ سابقِ التصور. لكنْ سَيَكونُ مِن الخطأ الاعتقادُ بأنهم كانوا يُترجمون كُل نَص كان يُعْثَرُ عليه. بَلْ إن الروايات التي أوردها المُترجِمون أنْفُسَهُم في ذلك العصر تُبَينُ العكس: أن العَمليةَ كانت مَقصودةً : إذ كان يَتم اختيارُ النص ثُم يُبْحَثُ عن مَخطوطاته[4]. كُل هذه المظاهرِ، ترجمةٌ ضَخْمةٌ، بدون تَرتيبٍ ومع ذلك مَقصودةٌ ومُنظمةٌ، تَرتبطُ بالسبَب الثاني الذي يُفسرُ لماذا تَطورت، في بغداد في بداية القرن التاسع الميلاديّ، عمليّة استيعاب علوم الإرث الهلينيستي. إن هذا السببَ الثاني الذي لم يُلفت النظر إليه – مع أنه ظاهرٌ – هو الارتباطُ الخاص بين الترجمةِ والبحث: فالبَحثُ قد يَسْبِقُ الترجمةَ نَفْسَها أو قد يَتزامَنُ معها أو قد يَكون بطريقةٍ غيرِ مُباشرة مُسْتَوحى من ترجمة نص آخر في مَيْدانٍ مُجاورٍ. لم يَكُنْ الهدفُ، من تَرجمة النصوصِ العلميّةِ في ذلك العصر، كِتابةَ تاريخِ العلومِ، بَل لِوَضعِ النصوصِ العربيّةِ الضروريةِ لِتكوين الباحثين، أو لِمُتابعة البَحث. فَترجمةُ كتب أرشميدس كان لها أن تسمحَ بالدراساتِ الخاصةِ بقياس المساحات والأحجام، ولكنها لم تَكُن تَهْدِفُ إلى الإسهام في كِتابة تاريخِ هذا الفصلِ أو إلى شرحِ نَصّ أرشميدس. إننا نُلح على هذا الوجه، لأنه أثرَ في

[4] إن المَثَل الشهير في هذا المَجال هو البحث المَقصود لحُنَيْن بن إسْحاق عن بُرْهان جالينوس (Galien). انْظُرْ :

Diophante : Les Arithmétiques, Livre IV, édition, traduction et commentaire par R. Rashed, vol. 3, Collection des Universités de France, Paris, Les Belles Lettres, 1984, p.xxiv-xxv, note 44.

اختيارِ النصوصِ للترجمةِ، ووَجه الطريقة والأسلوب في الترجمة. أيْ أن الأولويّاتِ المُتبعةَ ضمنيًا في اختيار الكُتبِ للترجمة وفي تَسلْسُلِ الترجَماتِ لا تأخُذُ معناها إلاّ إذا أخذنا بعَين الاعْتبار نشاطات البحث في زَمانها.

وهكذا تَظهَرُ سمةٌ رابعةٌ للتَرْجمةِ العلميةِ وهي أنها منْ أعْمالِ باحثِين في المقام الأول، مثْلُ حُنَيْن وثابتِ بن قُرة وقُسطا بن لوقا،...، وهُم، كما يُمْكنُ أنْ نَتوقَع، عُلَماءُ يُتْقنونَ أيضًا بشَكلٍ كاملٍ اللُغَةَ اليونانيّةَ. وإذا كان صَحيحًا أن الترجمةَ العلْميةَ قد أنْجزت مُباشَرةً وبكَثافةٍ من اليونانيةِ بدون استخدام السريانيّةِ كوَسيطٍ؛ فإنها كانت مع ذلك من أعمالِ عُلَماءٍ مَهْتَمين بالمعنى؛ لذلك فإن مَظهرَها الحَرْفي يَخْفي بعضَ التأويلِ وحَتى بَعْضَ التصحيح للنصّ.

وهكذا رأينا أن إنشاءَ المُجْتَمعِ العلْميّ قد تَم في أواخرِ القرن التاسع الميلاديّ من خلال البَحث وبواسطة البَحث إذا صَح القول. ولم يَحْصل في وقت من الأوقات تَقليدٌ لأي نَموذجٍ، بل تَم اختيارُ طريقٍ تجريبي. ولقد تَتابَعَتْ مراحلُ هذا التكوين : بَحثٌ مُبْتَكرٌ، في العلوم الإسلاميّة، ولّدَ في آنٍ واحدٍ الوَسَطَ والجُمْهور وكذلك الوسائلَ الضرورية - اللُغويةَ مثلاً - للسيرِ قُدُمًا. ولَنْ نَفْهَمَ تكوين المَدينة العلْميّة، خلالَ القرن التاسع، إذا أهْمَلْنا هذا البَحْثَ في العُلوم الاجتماعيّة. إن حركةَ تَملكِ الإرثِ الهلينيستي، مع هذا المشروع المُكَثف للترجمة، كانت مُلازمَةً لبَحْثٍ مبْتَكرٍ، أيْ مُتَميزٍ بمَسائله وبمَوضوعاته الخاصة. وهكذا نُشاهدُ، دفعةً واحدةً، تكوينَ تَقاليدَ جديدةٍ لم تَكُن مَعروفةً من قبَلِ العُلَماءِ اليونانيين الذين تُرْجِمت مؤلفاتهم : التقليدُ الجَبْري، تقليدُ الهندسةِ الجديدةِ التي تَضُم هندسةً مُتناهيَةَ الصغر وهندسةً مَوضعيّةً، تَقليدٌ جديد في البَحث في علم الفلك حيثُ يَجْتَمعُ علْمُ فلك أكْثرُ هندسةً مع علم فَلَك رَصْدي، ... إلخ. لم تُشكل هذه التقاليدُ الجديدةُ الأصولَ التي قامَ عليها المُجْتَمع العلميّ فقط، بل عَواملَ تَكامُله طيلةَ أربَعة قُرونٍ على الأقلّ.

المثال الثاني : لنَعْبُرَ الزمنَ فَنَتَوقفُ قليلاً في بداية القرن التاسعَ عشرَ الميلاديّ قَبْل أنْ نَمُر على القرن الذي يَليهِ. وسنبدأ بالكلام على مِصرَ عند

خُروجها من عَهدَيْ الانحِطاط العثماني والـمَمْلوكي، أيْ عند الـمُحاولةِ الأولى للتَحديث الاقتِصادي والعَسْكري والعِلمي. لقد قررت الدولةُ الجديدة في ذلك الوقت، لأسبابٍ إستراتيجيّةٍ وعسكرية واقتصادية، تَملكَ العِلم الحديث، أي العِلْمَ والتقنيّات الأوروبيّة في القَرن التاسع عشر الـميلادي. لَيس بالإمكان، لأسبابٍ بَديهيّة، أنْ نَتَناولَ هُنا من جديد تاريخَ هذه الحَركة ولا تاريخَ مِصْرَ طيلَةَ ما يَزيدُ على ثلاثة أرباع القرن؛ بل إننا سَنَقْتصِرُ على تَوْضيح بَعض السِماتِ الـمُهمة لحِركة النقلِ هذه.

لقد تَطلب هذا النقْل، الذي فَرَضتْه سِياسةُ التَطوير الاقتصادي والسياسي، في أول الأمر إصلاحًا جَذرياً للنظام التربَوي. وهكذا أضيفَ إلى النظام التقليدي الـمعْمولِ به نظامٌ حديثٌ حَتّمَ إضعافَ النظامَ السابِق ولكنهُ لم يُلْغِه، بل على العكس استَفاد منه. هذا النظام الجديد الذي تَوَجب عليه تقديمَ الإطارات التقَنيّة والإداريّة التي كان الجيشُ والدولةُ بحاجة إليها، وكان يَأخذُ أكبرَ عددٍ من أعوانه منْ بين الذين تَربوا في النظام التقليدي. وهكذا لم يَكُن النقلُ عملاً أو سِلسِلَةً من الأعمال الجُزئية، بل كان يَخُص النظامَ التربوي برمّته. لقد كانت الدولةُ الجديدةُ التي كانَت تَحْتَكِرُ النشاط الاقتصاديّ، تَتَطلع في الواقع إلى تَكوين قوة عسكَرية مُهمةٍ وإدارة مُجديَة. لقد أنْشأ مُحمد علي، بمُساعدة العسكريين والـمُهندِسين والأطباء الأوروبيين، بل والعُمالِ الأوروبيين وخاصةً أتْباع سان سيمون، الـمدارس الـمُتَخصصة : الـمدارس العسكرية والبَحْرية والبَيطرية، ومدارس الطب والإدارةِ والـمُحاسَبَةِ ، إلخ، أيْ تلك التي كانت تَرْتَبِط مَباشَرةً بالجيش والإدارة. وأنْشأ أيضًا الـمدارس الـمُهمة بالنسبة للجيش والصناعة العسكرية والـمَدَنيّة : مَدرسة الـمُهندسخانة مع فُروعها الـمُتعددة - فُروع الـمَناجِم، والجُسور والطُرق، والفرع الـمركزي (Centrale) - مدرسة الكيمياء، مدرسة الفُنون الصناعيّة، الـمدرسة الزراعية، إلخ. وتَم إنشاء مَرْصَدٍ ومَكتبة. وإذا ألْقَينا نَظرةً مَثلاً على الـمواد التي كانت تُدَرسُ في الـمُهندسخانة، بعد تأسيسِها بِشكلٍ نهائيّ في سنة 1836، نَجدُ عُلومَ ذلك العصْر: الهندسةَ العُليا، الجبْر العالي، الـمُثلثات، الهندسة الوصفية،

الهندسة التحليلية، حساب التفاضل والتكامُل، الميكانيكا، الفيزياء، علم مساحة الأرض (Geodesy) الإحْصاء، علم الفلك، إلخ. ولكن الدولةَ أنشأتْ، بهدَف تَزْويد هذه المدارس بالتلاميذ القادرين على مُتابَعة مِثْلِ هذا التعليم، نَوْعَيْن من المدارس، المدارس الابتدائيّة والمدارس التحْضيرية، كما أنشأت في النهاية مَجْلسًا للتعْليم العام لِمراقبة وتَوْجيه هذا النظامِ التربوي الذي وُضعَ لِتَملّكِ التقنيات الحَديثة والعِلْم الحَديث. ولكن إذا نَظرنا عن قُرْبٍ نَجدُ أن هذه المدارسَ الابتدائيّةَ كانت في الواقع نَسْخةً مُجددةً لِمَدارس النظامِ التقليديّ الابتدائيةِ؛ إذْ تُدرس فيها العلومُ اللُغويةُ والدينيّةُ نَفسُها التي كانت تُدَرسُ في أروقة الأزْهر التقليدية، بالإضافة إلى الحساب والهندسة والجغرافيا، وهكذا كان النظامُ التقليدي حاضراً، على هذا المُسْتوى، ضِمْنَ النظام الجديد، وذلك ليس فقط بعلومِه وكُتُبه، بَل أيْضًا بأعْوانِه : المُعَلمون كانوا يُختارون من بين أولئك الذين أتموا دراستَهم داخلَ النظام التقليديّ. وكانت تُدَرسُ في المدارس التحْضيريّة اللغاتُ والهندسة - كتاب لوجانْدر (Legendre) - والحِساب والجَبْر والجغرافيا والتاريخ والرسم. ولقد أضيفَ في سنة 1841 تَعْليمُ اللغة الفرنسية التي أصبَحت بذلك اللغة الأوروبية الأولى التي كانت تُدَرسُ في المدارس الثانوية. يَتَبَينُ إذن أن هذا البَرنامَجَ، المُتّبعَ في المدارس الابتدائية والتحْضيرية، كان برنامَجًا انتقاليًا بين النظام التقليديّ والنظام الحديث في التعليم. وكان اختيارُ التلاميذ-على الأقلّ في البِداية- وتنظيمُ المدارسِ يَجْري وِفقًا للمُمارسات التي كانت مُتبَعةً في الجيش. وكان النظامُ في مُجْمَله ثقيلاً جِداً وديوانيًا (بيروقراطيًا).

ونحن نرى جَيداً، على أية حال، أن النظامَ التقليدي واصل بقاءهُ مع النظام الحديث، بل إنه كان سُنَداً له : المواد المُدرسة والكتب والطاقم التعليميّ بالإضافة إلى الشخْصيّات المُهمة في حركة النقل. وذلك أن عدداً من أعضاء النظام التقليديّ قد وُظّفوا لمُراجَعة وتَرجمة الكُتُب الأوروبية؛ ولقد ألّفوا مَعاجمَ تَقَنية بالاستعانة بمُفرَدات العِلْم الكلاسيكي؛ وكان بعضُهم تلاميذَ في المدارسِ الكُبرى -مدرسة الطب والمَهندسخانة - وأرسِلَ آخَرون في بَعثَةٍ إلى الخارج. وباختِصارٍ،

تَطَلبَ النقْلُ إعدادَ نظامٍ تَربَوي جديدٍ؛ اسْتَنَدَ إلى النظامِ القديمِ الذي فَقَدَ مركزَه عِلْمياً واجتماعياً؛ تلك هي السمة الأولى.

السمةُ الثانيةُ لهذا النقْل: هي أنه تَم بدفعةٍ واحدة باللغة الوطنيّة. ولم تُفْرَضْ لُغةٌ أوروبيّةٌ لتَعْليم العلوم، كما جَرَت عليه العادةُ في المستعمرات، بل بُدِئَ بإدخال نظامِ تَرْجمةٍ شَفَهي قَبْلَ تَكوين الإطارات المَحليّة. ولقد أثار هذا المَوْقفُ حَركَةَ تَعريبٍ للمؤلَفات والموجَزاتِ، وحركةَ نَشْرٍ للمعاجمِ والقواميس. وتَم اللجوء، من أجْل تأمين هذا التعريبِ، إلى وَسيلتين؛ الأولى هي تأسيسُ مدرسةٍ مُخصصةٍ لتكوين المُترجِمين، والثانية هي إرسالُ بَعثات الطلاّب إلى الخارج. وأسسَت مدرسةُ للترجمة، سنة 1835. أمّا النظَريةُ التي اعْتُمِدَت عند تأسيسها فقد صيغَتْ كما يَلي من قِبَلِ رئيسِ الدولةِ نفْسه: «كل ما هو مُفيدٌ في الأنْظمة الغربية قد كُتبَ مِن قِبَل مُؤَلفيهم، فإذا تَرجمْناه يُمكنُنا اتباعَه». واحتَوت هذه المدرسةُ المكونة من أربعة فُروعٍ تَدُل على الأهداف المَقصودة وهي فُروع الريّاضيّاتِ، الطب والفيزياء، الأدَبِ، والتاريخِ والجغرافيا، واللغةِ التركيّة. ولم يَحْتَوِ البرنامج على اللغات فقط- العربيّة والفرنسيّة خاصةً- بل شَمُلَ عناصرَ من الريّاضيّات والتاريخ والجغرافيا. وكان عَددٌ من أعضاء هذه المدرسة (مِن الأساتذة والتلاميذ) من خِريجي المدارس التقليديّة، وأصبح العديدُ من تَلاميذها القُدامى مُتَرجمينَ كِباراً، وصارَ بَعضُهم من الشخصيات الفِكريّة البارزة للجيل الجديد، مِثْلُ رِفاعَة الطهطاوي.

كانت البَعثاتُ مُتعددَةً، ولكنها خَصتْ أساساً المَيادينَ العِلْمِيةَ والتقنيّة. ويُمْكنُنا إحصاءَ البعثات التاليَة: بَعْثة إلى إيطاليا عام 1813، سَبعِ بَعَثاتٍ إلى فرنسا في 1818، 1826، 1832، 1844، 1845، 1847، 1848؛ حتى أن مَدرسةً مِصْريةً أُنْشئت في باريس لِتكوين هؤلاء المَبْعوثين. أرسلت بعثاتٌ إلى إنجلترا وإلى النَمسا 1829، 1845، 1847، 1848 حتى أن بَعثةً أرسلت إلى المكسيك. وجَرت العادةُ على أنْ يُتَرجِمَ كُل طالبٍ، عند عَودته، كتاباً أجنبياً في ميدان اختصاصه إلى اللغة العربية. وكانت كلّ الكتبِ المُترجمةِ مُخَصصةٌ لِتهيئة مُهندسي وكيميائيي المُستقبَل.

وهكذا نَجد مِن بين الكُتب الرياضية «الهندسة الوصفية» لـ مُونْج (Monge)، «الهندسة» لـ لوجاندر (Legendre)، «الجَبْر» لـ ماير (Mayer) و«الهندسة الوصفية» لـ دوشين (Duchesnes).

السمة الثالثة التي تَغلِب على هذا النقْلِ هي الاختيارُ العملي (البَرَغْمَتي) والتطبيقي، فتَفَحّصُ المواد المدروسة والكتب المُتَرْجمة وأهداف البَعثات، يُظهر بشَكلٍ كافٍ أنه قد جرى اختيارٌ مقصودٌ للعلوم التطبيقية أو لتلك التي هي شديدةُ الارتباطِ بها، بل إن ما أدخلَ مِن غيرِها من العلوم، فَعلاقته بالعلوم التطبيقيّة وفقًا لحاجاتِها في التكوين. وتَركز النقلُ، تبعًا لذلك، على التقَنياتِ الصناعيةِ والعسكريةِ والصحة... أكثر مما تَركز على العلوم نفسها. وهكذا نَجدُ، بين الكُتُب المُترجَمَة، عِدةَ كتبٍ تُعالجُ الهندسةَ الوصفية، بينما لا نجدُ على سبيل المثال أي كتابٍ في نظرية الأعداد. والكثيرُ من المؤلفات ارتبط مباشرةً بالتطبيقات الصناعية.

السمةُ الرابعةُ لهذا النقل الجديرةُ بالملاحظة هي أنه قد جرى بدون البَحث؛ أيْ أن الاهتمامَ تَوجه نَحو نتائجِ هذا العِلْمِ أكثرَ ممّا تَوجه نحوَ الوسائل التي تُنْتِجُهُ. ولنأخذ مجالَ المؤسسات أولاً، فقد أُنْشئت على الطراز الفرنسيّ خلال العقود الأولى مِن القرن التاسعَ عَشرَ المدارس المُختلِفة في الهندسة والطب والصيدلَة، وما إليه، ولكنْ لم يُفكر أحدٌ في إنشاء مؤسسة علْميّة واحدة مُخصصَة للبَحث. وكان لهذا الوضعِ في تلك المرحلة عِدةُ نتائجٍ أدتْ كُلها إلى غِياب التقاليدِ العِلْمية الوطنيّة وإلى إقامةِ نَوعٍ مِن التَبَعيّة العلميةِ الدائمةِ للبلدان الأوروبيّة. فكان من النتائجِ الملموسةِ لهذا الوضعِ أن العالِمَ الشاب الذي كان مُنتجًا في البُحوث خلالَ إقامَته في أوروبّا، صارَ يُقللُ من بحوثه أو يوقفُ بالفعل كُل بَحْثٍ جديد بعد رُجوعه. ولم يَكُن لهذا العالِم نفسه مَن يَخْلُفه، بسَبَب غياب مؤسسات البَحْث. ولْنُعْطِ مثالاً، من بين أمْثلَة أخرى، يَدورُ حوْلَ سيرةِ العالِمِ الفلكيّ مَحمود الفلكي. كان أستاذاً في المهندسخانة في القاهرة انطلاقًا من سنة 1834، ثم أرسِل في بَعْثة إلى أوروبّا. ولقد نَشر خِلالَ أقامَته هناك، في مُذكرات المجامع العلمية المُختلفة - البلجيكية، الفرنسية... - عِدةَ بُحوثٍ حَوْلَ الروزنامات وحقل الأرض المغنطيسيّ. ثم تابَعَ،

بعدَ رجوعه إلى مصرَ وخلال عَدة سنوات، بُحوثَه في المواضيع التي كان يُعالجُها في أوروبّا، فَرَسَمَ أولَ خارطة فلكيةٍ وإراثيّةٍ (طوبوغرافية) لمصْرَ، ورَصَدَ كُسوفَ الشمس في مِصرَ في 18 تَموز سنة 1860. ثم اهتَم بَعدَ ذلك بدراساتٍ لم تَكُن لها علاقةٌ بعِلْم الفلك– الجغرافيا وعلم الأرصاد الجويّة. وشَغلَ مَرتين مَنْصِبَ وَزيرٍ ولم يَتْرُك أي تلميذٍ بعده.

ولكنْ، بالرغم من هذا العائق الكبير الذي مَنَعَ تَأسيسِ مدينة عِلْميّة حقيقية، فإننا نَشْهَدُ بدايةً لتَمَلك العِلْم : فالتنظيمُ العسكري للتعليم تَرَك مكانَه لتَنْظيمٍ مَدَني، وأصبح الطاقمُ التعليمي مُكونًا في غالبيته من أهل البلاد، والتعريب أخذَ يَتَقدمُ ويَتَكاملُ. هذا هو الوَضْعُ الذي كان سائداً قُبَيْلَ الاحتلال البريطانيّ، سنة ١٨٨٢، الذي أوقف هذه الحركةَ بِشَكلٍ قاسٍ؛ ولكن هذه مَسْألةٌ[5] أخرى لن نُعالجَها.

إن هذه التجرُبةَ، التي قام بها مُحمد علي، كانت بنَفْسِها ضَحيةً، على كُل حال، لوَهمَيْن سَيُعادُ الوقوعُ بهِما مع الأسف، في كَثيرٍ من البلاد النامية. الوَهْمُ الأول هو توجيهُ الاهتمامِ نَحو نَتائجِ العِلْمِ بدون تَأمين الوسائل لإعداده ولتَشْييد بِنْيَةٍ قَويةٍ للبحث وبِنْيَةٍ تَحتيّةٍ للثقافة العِلْميّة والتقَنيّة للمُجْتَمَعِ بكامله. أما الوَهْمُ الثاني فهي نَتيجةٌ للفكرة الأولى، وهي الاقْتناعُ بإمكانيةِ الاستِغْناء عَن البحْث الأساسي.

المِثال الثالث : المِثال الأخير الذي نُريد التكلمَ عليه يَخُصّ مِصرَ في النصف الأول من القرن العشرين؛ وسنقوم بذلك مِن خِلال سيرَة العالِم علي مُصطفى مُشَرفة (1898-1950).

كان علي مُصطفى مُشَرفة تِلميذاً في دار المُعلمين التي تَخَرج منها سنة ١٩١٧، وأرسِلَ إلى إنجلترا ليُتابعَ دراساته. حَصلَ في البداية على شهادة Sc B في الريّاضيّات سنة ١٩٢٠. لقد قارن، في رسالة له مُؤرخةٍ في ٦ كانون الثاني (ديسمبر ١٩١٨) عندما كان تِلْميذاً في نوتنغهام كولدج (Nothingham College)

---

[5] لَقد أغلقت أكثرُ المدارس، وأصبح التعليمُ غَيرُ مَجّانيّ، وَوُجهت برامجُ المدارس لتكوين المُوظفين الحكوميين. انظر جلسة مَجلِس الشعب في ٢٤ كانون الأول (ديسمبر ١٨٩٤).

في لندن، بين مُسْتَوى التعليم الذي تَلَقاه في مصر وذلك الذي تَلَقاه في لندن؛ وهو يَكتُب بِخُصوص امتحان «Interscience» : «أمّا الريّاضيّات، في هذين القسمَين، فإنها سَهلةٌ جِداً ولا يَفُوقُ مُستَواها، إلاّ قليلاً، مُسْتَوى القسم الثاني مِن الشهادة الثانويّة العامّة؛ أمّا القسم النظري مِن الفيزياء فمُستَواه مُماثلٌ لِمُسْتَوى دار المُعلمين في مِصر، في حين إن القِسمَ العَمَلي يَفوقُ قليلاً المُسْتَوى المصريّ. وكذلك هو الأمر بِخُصوص الكيمْياء». هذه شهادةٌ قيّمَةٌ، وأقل ما يُمكِنُ قولُه هو أن التعليمَ في مِصر، في تلك الفترة، لم يَزَل يُحضرُ هذا الجيلَ لِمتابعة الدراسة على مُسْتوى دَوْليّ.

لَقد نال مُشَرفة، على أية حال، شهادةَ الدكتوراه في الفلسفة بعد ثلاث سنوات سنة ١٩٢٣، وعاد إلى مِصر، إلى دار المُعلمين، ثُم سافر من جديد إلى لندن سنة ١٩٢٣ لِمناقشة رسالة الدكتوراه في العلوم، وكان في السادسة والعشرين من عمره. إن أعمالَ مُشْرَفة العلميةَ البَحتةَ تَمتَد طيلة ٢٧ سنة من ١٩٢٢ إلى ١٩٤٩، وتَتَميزُ بِسِمَتَين، فهي قليلةٌ في عددها - عشرون مَقالاً بِأجْمَعها - كَما تم إنجازُها بِشكلٍ مُتواصلٍ، رغم المَهام الإدارية وواجباتِ الشَخصيةِ العامّةَ التي أصْبَحها فيما بَعد، وحتى العُزلة التي فَرَضَتها الحرب العالمية الثانية.

إن هَدَفَنا هنا هو أنْ نُبَيّنَ الآثار السَلبيّة لِغياب التقاليد الوطنيّة في البَحث على تكوينِ المُجتَمَعِ العِلْميّ، بالرغم من وُجود المدارس وحتى الجامعة، وسَنُبَيّنُ أيضًا وَعْيَ مُشْرَفة بهذا الوضع وجَهدَه لِمُعالجَته. سَنَتَفَحصُ، لأجل ذلك، مع بعض التفاصيل، الحياةَ العلمية لِمُشرَفة التي تَنقسِمُ إلى فترتين: الفترة الإنجليزية، والفترة التي تَلي عودتَه إلى مَصر.

إن الأعمال الأولى لِمُشَرفة، أي الأبحاثَ التي قامَ بها للحُصول على دَرجتَيْ الدكتوراه في الفلسفة وفي العلوم، تَدورُ حَوْلَ الطيْفِ في الفيزياءِ الكمومية، في تلك الفترة. فقد درسَ طيلةَ ثلاثِ سنوات، بين سنة ١٩٢٢ وسنة ١٩٢٥، ظاهِرةَ شتارك (Stark effect) وظاهرةَ زيَمن (Zeeman effect) ونَشَرَ النتائجَ التي حَصل عليها

في Philosophical Magazine وفي Proceedings of the Royal Society. إن تَفَـحصَ هذه الـمَنشورات يُعطي بعضَ الـمَعلومات عن هذا الباحثِ الشاب : كان يُشارك بنشاطٍ في البَحث تَحت إشراف ويلسن (Wilson) وريتشاردسون (Richardson) وكان يَدرسُ مسائلَ حديثةً بدون أن تكون في طليعة هذا العلم في ذلك الحين. أمّا الأعمالُ التي كانت أكثرَ تقدماً، فقد كان يقومُ بها بوز (Bose) وأينشتاين (Einstein) ودو بروي (de Broglie) وشرودينجر (Schrödinger) اهْتَم مُشَرفة، وفقاً للتقليد البريطاني وتَحْت إشْراف أستاذه أ. و. ريتشاردسون، بالشُروط الكمومية للأنظمة الـمُنْحَلة، فَنَشَـر سنة ١٩٢٥ في Proceedings of the Royal Society مَـقـالاً تحت عنوان «في الدينامية الكَمومِيّة للأنْظمة الـمُنْحَلة» On the Quantum Dynamics of Degenerate Systems . وقد تَوَصل في هذا الـمقـال إلى حَدْسٍ مُهم، وهو أن الأنظمةَ الـمُنحَلةَ تتوافق مع عدد كمي مُفتَرَضٍ زوجِيّ ومَجهول، أو أن آليةَ الانحلال مُرتَبطة بأعداد الكموميّة نِصفِ صحيحة. وقد أعطى اكتشافُ الهُبوطِ اللولبي (Spin) فيما بعد التفسيرَ الصحيحَ لهذه الظاهرة. يُمكِنُنا القولَ، بدون الخوض في مَزيدٍ من التفاصيل عن أبْحاث مُشَرفة خلال هذه الفترة، إنه كان يَنتمي إلى مدرسةِ الفيزياءِ الكموميّة البريطانية، وإنه أسهم بنشاط ومَهارة في أعمال هذه الـمدرسة. ولكنه لم يُحاول أبداً مُتابعةَ مِهْنَتِه كَفيزْيائي في إنجلترا. والحق يُقالُ إن عصرَ هِجرةِ العقولِ لم يَكُن بعدُ قد بَدأ.

عاد مُشَرفة إلى مصر وَشَغَلَ مَنْصِبَ أستاذ مُحاضِرٍ في دار الـمُعلمين، ثم عُيّن أستاذاً مُساعداً للرياضيّات التطبيقيّة في كُليّة العلوم بُعَيْدَ تَدشينها. ورُقّيَ في العام التالي إلى درجة أستاذ، ولم يَكُن يَتجاوزُ الثامنةَ والعشرين. وقد أثارت هذه الترْقيةُ مُشْكلةً سياسيّةً علْميّةً إداريّةً تدخلَت فيها عدةُ شخصيّات، من بينها الفيزيائي الشهير نيلس بوهر (Niels Bohr) وقائدُ الحركة الوطنيّة سعد زغلول. بدأ مُشَرفة بذلك الفترةَ الثانيةَ مَن حياته العلميّة، وهي فترة استقراره علمِيًا في مصر. وقد لَعب منذ ذلك الحين أدواراً مُتعددةً ومُختَلفةً، يَصْعُبُ الفَصْلُ فيما بينها، ولكنها تُبْرِزُ صورَتَه كَمُصْلحٍ. ولنتناولْ أولاً مُشرفةَ الفيزيائيّ.

إن أكثرَ السماتَ أهميّةً في هذه الفترة، والتي سيَتَواصلُ بُروزُها على مَر السنينُ، هي أن مُشَرفة تَخَصص في البَحث عن نَماذجَ بسيطة لتَمْثيل خواص المادة بواسطة الكهرباءِ الموجبَة والكهرباءِ السالبةِ والإشْعاع. ويَبْدو أن هدفَه الأساسيّ كان تَقديمَ الثنائيّة بين المَوْجَة والجُسَيْمة كَنتيجة لِمَنْظورِ خواصّ تَحَولات لورَنْتز (Lorentz) مُرتَبطٍ، في آنٍ واحدٍ، بشَكْلِ الجُسَيْماتِ والمَوْجات وبالخواص الكَهْربائية المَغْنَطيسيّة المُعطاة في مُعادَلات ماكسويل (Maxwell).

ولنَبْدأ بتَلْخيص مَنْهَجِ مُشَرفة قبل أن نَتساءل عن مَعناه.

يَبْدو أن مُشَرفة قد انطلق من النقاط التالية:

إن ما يُمَيز بين المادّة والإشعاع، كما كتب مُشَرفة، هي السرعة النسبيّة. وذلك أن كُل كيانٍ مادي يُنظَرُ إليه انطلاقًا من نظامٍ مُتَحرك بِسُرعة أصْغَرَ من سُرعة الضوء، يُمكِنُ وصفُه كَمَجموعةٍ من الإلكترونات والبروتونات،.. إلخ. ولكن إذا نُظِرَ إلى الكيانِ المادي نَفسِه انطلاقًا من نظامٍ مُتَحركٍ بسُرعة الضوء، فإنّه سَيوصَفُ كأنة شعاع. إن هذه النقطةَ ليست سوى تَفسيرٍ لِخواصّ تَحَولات لورَنْتز (Lorentz).

ويَرى مُشَرفة أن هذه الفِكرةَ نَفسَها قد تَسْمَحُ بصياغة مُعادلات ماكسويل في الكهربائيّة- الدينامية لإعطائها تَفسيراً مُزدوجًا. والترجمةُ التِقَنيّةُ لهذا المفهوم هي إيجادُ وَترَة (tensor) أو عدة وَتَراتٍ مع وسيط (parameter) مُتَغَيرٍ لِمُعادلات ماكسويل، بحَيْثُ يُمكِنُ مُطابَقةُ الوَتَرات مع الكميات الفيزيائيّة المُمَيزة للإشعاع إذا أعطينا الوسيط قيمةً مُساويةً لِسُرعة الضوء؛ وبحَيْثُ يُمكِنُ مُطابَقةُ الوَتَرات مع الكميات الفيزيائيّة المُمَيزة للمادة إذا أعطينا الوسيط قيمةً أصغرَ من سُرعة الضوء.

إذا ما أردنا تَلخيصَ هدفِ مُشرَفة، يُمكِننا القولَ بأن الأمرَ يَتَعلقُ بتَمثيل الثنائية بين الجُسَيْمات والموجات، باستخدام الفيزياء الكلاسيكيّة. وهو يُريدُ، كما أشرنا، أن يُعيدَ هذه الثنائية إلى مَسألة نظام المراجع (system of reference)، أيْ إلى مَسألةِ تَحويلٍ بين أنْظِمَة مَراجعٍ مُتحركة. نَشرَ مُشَرفة بين عامَيْ ١٩٢٩

و١٩٣١ رسالَتين في Proceedings of the Royal Society ومَقالاً في مُجلة الطبيعة (Nature) لبَرْهَنَة أفكاره. إن أهم ما يُمَيز أعمالَ هذه الفترة من أعمال الفترة السابقة هو البحثُ عن نموذجٍ عام، أيْ عن نَموذجٍ للعالَم، بحيثُ يَشْمَلُ تَمْثيلَهُ للثنائيةِ بين المَوْجَة والجسَيْمة كَل مادة وكل شعاعٍ. أمّا في سنوات العقد الثالث من القرن، فقد ثابَرَ على حَل بعض المسائل المُعينة. هل يَجبُ إرْجاعُ هذا الاتجاه الجديد، ولو جُزئيًا على الأقل، إلى نَوعٍ من العُزلة التي كان فيها في مِصْر؟ أمْ هل هي إشارةٌ مُبَشرةٌ ببَعض التهميش؟ لكيْ لا نَتَسَرع في الجواب عن هذه الأسئلة، يَجب علينا أولاً مُتابعةُ مَجرى حياة مُشرفة العلْمية.

نُلاحظُ بَعضَ التباطؤ في نشاطاته بين عامَيْ ١٩٣٢ و١٩٤٢. لقد نَشَر خلال هذه العَقد، في عام ١٩٣٦، في مَجلة «إنجازات الجمعيّة الرياضيّة الفيزيائيّة في مصْر» Proceedings of the Mathematical and Physical Society of Egypt التي أنشأها قُبَيْل ذلك، مَقالاً عن «مُعادلات ماكسويل والسرعةُ المُتَغيرة للضوء». يُبَين في هذا المقال أنه يُمْكن اعتبارُ تَردد الموجات مُتَغيراً مُتَناسبًا مع سُرعة الضوء؛ مما يَدفعُه إلى التساؤل حول نماذجه الفيزيائية التي أعطاها مِن قبل. ثم نشر سنة ١٩٣٩ دراسةً حول الموسيقى المصريّة، وفي عام ١٩٤٢ كتب مقالاً عن مبدأ اللاحَتمية وعن خطوط الكون. الواقع هو أن الأمرَ يَخُص مسألةُ العلاقة بين مُعادلات هيزنبرغ الخاصة باللاحتميّة وخواص «الفضاء-الزمن».

كان من المُمكنِ أنْ نَظُن أن التباطؤَ في بُحوثه، عَلاوةً على مَهامه الإدارية والعلمية وضَوضاء الحرب العالمية الثانية، قد يؤدي إلى ركود، بل ونهاية، الحياة العلميّة لهذا الباحث. وهذا ما لم يَحدُث. إذ إن مُشرفَة بدأ يكتب رَسائلَ ذاتَ مُسْتوى علمي رفيع، بينما كانت الحرب على أشَدها. وتُبَيّنُ هذه الكتابات أنه كان يَهْتَم بالنظريّةِ المُوحدة. ولنُذكر أنه لأول مَرة مُنذ عام ١٩٣٠، حاول أينشتاين وفايل (Weyl) إيجادَ نظريةٍ تُوحدُ بين الكهرباء المغنطيسية والجاذبيّة. ولكن هذه الجهود لم تُثْمر، لأن هذيْن النوعيْن مِن التفاعُلات بَدَيا آنذاك غيرَ قابلَيْن للتوحيد. لكن أعمالَ كالوزا (Kaluza) وكلاين (Klein) أثبَتت فيما بعد إمكانية

الحصول على وَصف مُوحد للجاذبية وللكهرباء المغنطيسية، بشرط أنْ يُفتَرضَ أن الفضاء-الزمن الذي توجَدُ فيه المادةُ ليس ذا ثلاثة أبعاد مَكانيّة وبُعد زمنيّ، كما كان ذلك مُتبَعًا، بل ذا بُعْد أو عدة أبعاد مكانيةٍ إضافيّةٍ غيرِ ظاهرة. وقد ظلت نَظريةُ كالوزا- كلاين طَي النسْيان طيلةَ أكثرَ من ثلاثة عقود، إلى أنْ تَم إدخالُها في نظريّة الجاذبيّة المُوَسعة (Super-gravity) وهذه النظرية هي التي استَندَ إليها مُشرَفة خلالَ فترة نِسيانها.

نَشَرَ مُشرَفة في عام ١٩٤٤، في مَجلة «الإنجازات» المصْريّة، دراسةً حولْ إسقاطٍ مَخْروطي مُعَممٍ على فضاءٍ ذي عدد « ن » من الأبعاد؛ وسيكون بحاجةٍ إلى هذه الدراسة فيما بَعد. ثم نَشر، بعد ذلك بستة أشهرٍ، رسالةً حَوْلَ متريّةٍ مُعَرفةٍ إيجابيةٍ في نظريّة النسبيةِ الخاصة، حيْثُ يُفسرُ تَحَولات لورانتز على أنها دورانٌ في فضاءٍ خُماسيِ الأبعاد. ثم نشر، بعد ذلك باثنَيْ عشرَ شهراً - في كانون الأول عام ١٩٤٥ - رسالةً عن متريّةِ فضاءٍ ومُعادلات لحَركة جُزَيْئة مَشْحونة على مُنحَنٍ جيوديزي. ونُلاحظُ هنا أنَ الحصول على هذه المترية يَتم على أثر تَعْديلٍ شكليّ وتَعميمٍ بسيط لمتريّة ريمانّ (Riemann). ثم أعاد النظرَ في هذا البحث، بعد ثلاث سنوات - أيلول ١٩٤٨ - ليُدخِلَ فيه خاصةً أساسيّةً للفيزياء النوويّة وهي النقص في الكُتْلة (تأثيرُ النفَق، Tunnel effect) في أنظمة الجُزَيْئات. نُشر هذا البَحثُ في المَجلة الفلسفيّة (Philosophical Magazine)؛ وقد افترض فيه مُشَرفة أن القوة النوويّة من أصلٍ كهربيّ. وهذا خطأ طبيعيّ في فترة لم تَكُن فيها طبيعةُ القوى النوويّة مَعروفةً بوضوح (فلَم تكُن أعمالُ يوكاوا Yukawa في عام ١٩٣٥، شائعةً بما فيه الكفاية). وقد أتَم مُشرَفة عملَه العلمي الأخيرَ، قبل وفاته بثلاثة أشهر، في مَقال نُشر في مَجلة الطبيعة حَوْل النقص في الكُتلة في ١٥ تشرين الأول (أكتوبر ١٩٤٩).

إن المَسارَ العلمي لمُشَرفة يُبيّنُ لنا، في المرحلة الأولى، العالمَ الشاب عُضوَ المدرسةِ الإنجليزيّة؛ ثم يُبينُ لنا كيفَ تابعَ البحثَ، في المَرحَلة الثانية بعد عودته إلى مِصرَ، على مُسْتوَى عالٍ، ولكنه كان فِعلاً في عُزلَةٍ. فقد فرض عَدَمُ

وجودِ تقاليدَ وطنيّةٍ في البحث، إذا صح القول، على هذا العالِم ذي المُستوى العالميّ، بعضَ العُزلة. ويُمكِنُ أنْ نَصِفَ هذه العُزلة، مع شيءٍ من التناقض الظاهِريّ، قائلين إنها عائدةٌ إلى بعضِ الإفراط في الأصالة، وهذا ما يُرجِعُنا بالتحديد إلى غيابِ التقاليدِ الوطنيّةِ في البحث. لقد اهتم مُشرَفة لدى عودته إلى مصر، كما رأينا، بالفيزياء الريّاضيّة وبعلْم الظاهِراتِ (phenomenology) في الفيزياء النوَوية في آنٍ واحدٍ. ولو كانت هناك تقاليدُ وطنيّة في البحث لَفَرضَت عليه اختياراً أكثرَ جدوى. إن هذه الهامشِية، لم تَحُلْ بدون دراسته للمسائل المَطروحَة في زمانه.

لقد واجه مُشَرفة إذن، بعد عودته إلى مِصرَ بسنواتٍ قليلة، مَسألةَ التقاليدِ الوطنيةِ في البحث العِلْميّ وكَيْفية تَدعيمِها وتطويرِها. إن هذه المسألة التي أخَذَت شيئًا فشيئًا تُلْقي بظِلها، في فِكره، على سائر المسائل الأخرى، تُرْجِعُنا إلى سَبَبَيْن. الأول يَتَعلقُ بالعِلْم ذاته وبالفكر العِلْميّ الجديد. إن المواضيع التي يتناولُها هذا العِلم والتي هي ظاهراتيّة-تَقَنِيّة، تتطلب مَخابرَ مُتَزايدةً في الكِبَر والكُلفة على مر الوقت، وتقسيمًا آخر للعمل العِلمي وتنظيمًا جديداً للمدينة العلمية؛ أيْ أن وجودَ مُجْتمعٍ عِلمي وطنيّ مَعروفٍ بأسمائه وألقابه ومسائله هو الشرطُ الأساسي لإمكانية مواصلة بحثٍ مُجد. والسببُ الثاني لمُشكلة التقاليد العلمية الوطنية الذي كان يَشغلُ مُشرفة يَتعلقُ بالظروف الخاصة بمِصر. إن جميعَ تَيّارات الحركةِ الوطنيّةِ كانت مُتفقة، في الواقع، على أهمية العلم والتعليم بصفة عامّة، لاسترداد الاستقلال والسير في طريق تقدم على النسق الرأسمالي. لكن هذه الإيديولوجيا المُشترَكَة كانت تَخفي وراءها مفاهيمَ مُختلفةً. فبينما كان البعض- وهم غالبًا من ذَوي التكوين القانونيّ - يَتُصورُ العِلمَ والتربيةَ على ضوء فلسفةِ «عصر الأنوار»، كان البعضُ الآخرُ يَتَصورهُما وفقَ بعض أشكال مفاهيم السان سيمون. وكان العِلمُ، في الحالة الثانية، يُتَصَورُ كأنه تطبيقيّ وآليّ، أيْ كَعِلْم المُهندسين في القرن التاسعَ عشرَ وبِداية القرن العشرين. أمّا مَوْقفُ مُشَرفة فكان مُختَلفًا تمامًا. إن العِلمَ نوعٌ من السلطة؛ وهذه السلطة تَكمُنُ في إتقان البَحث الأساسيّ. ولا يَجبُ أنْ تَقَعَ مَسْؤوليّةُ البحث على الدولة وَحْدها، بل على الصناعيين أيضًا وفْقًا للنموذج

الإنجليزيّ. والمدارس التطبيقيّة التي يُنشئونها هي في آن واحد «سوقٌ» للعلم وَوسيلةٌ لِنَقل العلم إلى المُجتمَع. لم يَحدُث قبْل هذا الجيل أنْ أولَتْ مصرُ مثلَ هذا الاهتمام للبحث الأساسيّ ولأهميّة البُعد النظريّ الذي يجب اكتسابُه في نفس الوقت والذي تتحققُ فيه التطبيقات. إن لهذا الموقف عدةَ أسباب : التغير الذي أحدَثَه العِلْمُ المعاصِرُ في العلاقة بين النظريّة والتطبيق، والتطور الرأسمالي والصناعيّ بين العشرينيّات والخمسينيّات وخاصةً بعد الثلاثينيّات، والتحقق من فَشَل المُحاولة التي تَمت في القرن التاسع عشر في عهد مُحمد علي. ولنَذْكُر ما كتبه مُشرفة حول هذه النقطة الأخيرة مع شيء من المرارة : «علينا أن نُشيرَ في هذا الشأن إلى الجهود الصادقة التي بُذِلت خلال النصف الأول من القرن الماضي مِن أجل النهوض بالحياة العلميّة في مِصر في عهد المأسوف له مُحمد علي الكبير. نحن نَعلَم أنه بذل جهوداً ضخمةً لإحياء العلوم بيننا وأنه أرسل البعثات إلى أوروبا ونجح بالفعل في تكوين عدد لا بأس به من المصريين. لو أن هذه الحركة تَوَسعت وانتشرت، لكان حاضرُنا العلمي أفضل بكثير ممّا هو عليه اليوم، ولاستطعت التحدثَ عن مُستَقبَلنا العِلمي بطريقة أخرى، والقولَ إنه يَرتكِز على حاضرٍ مَجيد. إلاّ أن الظروف أرادت أن تنطفئَ هذه النارُ التي أشعِلَت، فتظل الحياةُ العلمية في مِصر في بداية القرن العشرين مُماثلَةً لما كانت عليه في بداية القرن التاسع عشر؛ وكأن قرنًا من الزمَن قد أضيف إلى ركودنا العلميّ وكأننا تَحركنا لنعودَ من حيث بدأنا». إن هذا التشخيص القاسي، الذي قام به مُشَرفة مثلما قام به آخرون من قَبْلِه مثل الإمام محمد عبده، يُسقط من الاعتبار فارقًا هامّاً. وذلك أنه، على نقيض ما كان يَحصل في بداية القرن التاسع عشر، تَم إعدادُ مُتخصصين وأنشئت المدارس - دار المعلمين خاصةً -كما تُرجِمت الكتبُ. حتى أن مُشرفة نفسَه ذكر، فيما بعد، مُدافعًا عن إقامة مَجْمع العلوم، أسماءَ بعض الباحثين المصريين مثلَ عثمان غالب ١٨٤٥-١٩٢٠ في عِلم الأحياء، ومحمود الفلكي في الجيوديزيا (عِلم شكل الأرض) والجغرافيا وفي تطبيقات أخرى فلكية، مع إمكانية إضافة عدة أسماء أخرى مثل إسماعيل الفلكي (المُتوفى عام ١٩٠١) في علم الفلك. إن هذا الميراثَ سَيُساعدنا، على

أيّة حال، ولو جزئيًا، في فَهم ماهيّةِ التكوينِ الذي تلقّاهُ جيلُ مُشرفة قبل سَفرِهِ إلى إنجلترا استعداداً للبحث؛ وبذلك سَيسمحُ لنا هذا الميراث أنْ نُدرِكَ تَطورَ مُشروعِ التحديث العِلْميّ في مِصرَ. ويُمْكن ذِكْرُ الوسائلِ التي ابتُكِرَت لِتحقيقِ هذا المشروعِ تحت العناوين التالية: مؤسسات عِلميّة، تاريخ العلوم، مكتبة عِلمية عربيّة، ثقافة عِلمية مع نشرها، العِلم التطبيقيّ والصناعة.

أمّا في مجال المؤسسات، فقد شارك مُشرفة، بشكلٍ فعّال في إدارة كُليّة العلوم، وعَمِل على إنشاء الجمعيّة المصرية للرياضيّات والفيزياء في عام ١٩٣٦، وعلى إنشاء مَجلة «الإنجازات» لتابِعة لها، كما عَمِل على تأسيس المَجمع المصري للعلوم في عام ١٩٤٥. إن مَسْعى مُشرفة في هذا المجال يَندرِجُ ضِمن تيارٍ على صِلة مُباشِرة بالحركة الوطنية الراميَة إلى إنشاء الجامِعات والجمعيّات العِلميّة. ولنذْكُرْ، في هذا الصدد، إنشاء جمعيّة عِلم الحَشرات عام ١٩٠٧، والجامعة الخاصة عام ١٩٠٨، وإعادة تنظيم الجمعية الجغرافيّة عام ١٩١٧ وهي التي تأسست عام ١٨٧٥، وجمعيّة الزراعيين عام ١٩١٨، وجمعيّة المُهندسِين عام ١٩١٩، والجمعيّة الطبيّة عام ١٩١٩ أيضًا، وجمعية عِلم الحيوان عام ١٩٢٨، والجمعيّة الكيميائيّة عام ١٩٢٨، والجمعيّة الصيدلّية عام ١٩٣٠، إلخ. وكانت هذه الجمعيّات تَرمي كُلها إلى تطويرِ ونشرِ العلوم الخاصة بها، والدفاعِ عن جماعتِها، وكانت تُديرُ منشورات على درجات مُختَلفة من الانتظام. وكان دورُ المَجْمع العِلمي، مِن وُجهة نظر مُشرفة، مُركزاً للبحث. وكان مُشَرفة يتصور، في الواقع، هذا الدور وِفق نموذج المَجْمع العِلمي المصري الذي أسس سنة ١٨٥٩. وبينما كان يغلُب اهتمامُ هذا الأخير بالعلوم اللغوية والتاريخية، كان على المَجمَع العلمي، حسب رأي مُشَرفة، أن يهتَم بالعلوم فقط. ولقد أسسَ لتشجيع البحث، والبحثُ هو الذي يُبَررُ تأسيسَه. ويُشير مُشَرفة إلى تَوالي الأبحاث العِلمية السريع منذ إعادة تأسيس الجامعة في عام ١٩٢٥، وإلى عدد المقالات المنشورة مِن قِبَل باحثي كلية العلوم وحدهم الذي بلغ ٥٠٠ مقال، خلال العقدين ١٩٤٥/١٩٢٥. والجدير بالذكر هو أن ما لا يقل عن ٢٠٠ مقال من تلك المقالات نُشِر في مجلات

بريطانيّة، و ١٥٠ في مجلات أجنبية أخرى. وأخيراً، فقد عَمِل مُشَرَفة أيضًا على إنشاء «مجلس البحوث» وهو النواة الأولى للمركز العلمي للبحث العلمي الذي أنشئ عان ١٩٥٦. فليس من المستغرَب أنْ تكونَ «لجنةُ الفيزياء»، وكذلك المَخبَرُ الوطني للفيزياء الذي لعِب دوراً أساسيًا فيما بعد، مُشكلةً من رفاقِ مُشرفة مِثل م. نَظيف ومن تلاميذه مثل محمد مُختار.

كان هذا الاهتمامُ بالبحث ضِمن مشروعٍ للتحديث العلمي، من سمات هذه الفترة، ولقد أدى إلى التفكير في وسيلة أخرى لتوطيد البحث ولتشجيع التحديث. وهذه الوسيلة هي تاريخ العلوم. هذا هو ما كتبه مُشرفة نفسُه: «يجب على الأمم المُتحضرة أنْ يكونَ لها ثقافةٌ مُرتبِطة بتاريخ الفكر العِلمي فيها... إن حياتنا العِلميـة في مصر بحاجةٍ إلى الالتحاق بماضينا لاكتساب القوة والحياة والضوابط اللازمة. فنحن في مصر نَنقلُ معارف الآخرين ثم نتركُها عائمةً بدون صلة بماضينا ولا احتكاك بأرضنا؛ فهي بضاعةٌ أجنبية غريبةٌ بملامحها، غريبةٌ بكلماتها، غريبةٌ بمفاهيمها. فإذا ذكرنا النظريات رَبطناها بأسماء أجنبية نكاد لا نعرف ملامحها؛ وإذا تَحَدثنا عن المفاهيم استخدَمنا كلماتٍ مُخيفةً تَطرُد الأفكار وتُعَكر الخيالَ؛ علينا أولاً أنْ نَنشُرَ الكتبَ العِلميةَ التي ألفها العربُ وترْجَمها الأوروبيّون، مثل كتب الخوارزمي وأبي كامل في الجبر والحساب، وكتب ابن الهيثم في الفيزياء، وكتب البوزجاني والبيروني والبتّاني، وغيرهم من قادة الفكر العِلمي وكِبار الباحثين... ومن جهة أخرى تَجبُ العنايةُ بتكريم علمائنا وباحثينا القُدماء، فيكون ذلك حافزاً لنا لتقليدهم والسير على خُطاهم». ولنذكرْ أيضًا أن مُشرفة قد حضر المؤتمرَ الدولي الثاني لتاريخ العلوم الذي عُقِد في لندن في عام ١٩٣٠. وهكذا لم يَكن تاريخُ العلوم مُستهدَفًا لنفسه كمادةٍ مُستقلة، بل كوسيلةٍ لتشْجيع التحديث العلمي، وذلك بإمداد الحاضر المُتواضع بماضٍ عريقٍ، من أجل مُستَقبَلٍ أفضل. إن الهدفَ مِن تاريخ العلوم لم يَكُن مُقتصَراً على إعطاء نماذجَ يُحتَذى بها، بل أيضًا إضفاء الشرعية على المكانة التي يجب اتخاذُها في مدينة العلِم المُعاصر. كان مِن المُمكن، في هذه الظروف، وقوعُ أسْوأ الأمور وهو المُفاخرة. إلاّ أن شيئًا من

هذا لم يَحْدُث، بل إن هذا المسلكَ أدى، على النقيض، إلى إحداث مهنة الباحث في مصر. وقامَ مُشَرفة نفسُه، بالتعاون مع زميله الشاب محمد مُرسي، بتحقيق وشرح كتاب الجبر للخوارزمي مع مُقدمة تاريخية. ثم تَلا هذا العملَ القيمَ، الذي صدر عام ١٩٣٩، إسهام لمشرفة في الاحتفال بألفية ابن الهيثم، على شكل مقالٍ عن أعمال هذا العالِم الريّاضيّ. وكان عالمٌ فيزيائيٌ آخرُ، وهو م. نظيف، قد نشر في عام ١٩٢٧ كتاباً عن تاريخ الفيزياء، مُنذ نشأتها حتى إقرار نظرية النسبية ونظرية الفيزياء الكمومية. وكان هذا الكتابُ، في الأصل، مَضمونَ ما كان يُدَرسُ في دار المعلمين. وإن كان الجُزءُ المُخصصُ فيه للعلوم عند العرب، متواضعًا بما فيه الكفاية، فإنه ذو أهميةٍ لا يُستَهان بها. وقد توالت بعد ذلك أعمالٌ أخرى بعضها على مُستوى علمي رفيعٍ جداً، مثلُ المُجلديْن اللذيْن خَصصهما م. نظيف لأعمال ابن الهيثم في المناظِر. وقد تَبع هذا العملَ الكبيرَ، عمل آخَر على نفس المُستوى حول المناظر للفارسي، وعمل آخَرُ حول تاريخ الديناميكا. وقد اهتم علماءُ آخَرون بتاريخ الطب والكيمياء والصيدلة. ولقد تأسست في عام ١٩٤٩ الجمعية المصرية لتاريخ العلوم، وكذلك المجلةُ الخاصةُ بها.

إن هذا المشروعَ (لتملك العِلْم) يَرتكِز، من وُجهة نظر مُشَرفة، على تأسيس تقاليدَ وطنيّةٍ في البحث، في الفيزياء والريّاضيّات على الأخصّ، وعلى إنشاء وتنظيم جماعة الباحثين الريّاضيين والفيزيائيين. والمبادئُ الوَسَطية الضرورية لتحقيق مثل هذا المشروع هي، من وجهة نظر مَشرفة وزُمَلائه:

١- إنشاءُ مؤسسات البحث العلمي؛

٢- تَعريبُ العِلم والتعليم العِلمي؛

٣- إنشاءُ مكتبةٍ علميةٍ عربية؛

٤- الاهتمامُ بالثقافة العلمية وبنشرها على مُستوى المُجتمع بكامله؛

٥- التعليم والبحث في تاريخ العلوم، وخاصةً في التُراث العِلمي العربي، لكي يَتِم الاتصال الثقافي والعقائدي (الإيديولوجي) مع الماضي؛

٦- إقامةُ روابط بين البحث التطبيقي والصناعة.

يَتَبَينُ من هذين المثالين ما قد يعرفه الكثيرون، وخاصةً :

١- ليس هناك «نقلٌ» مُمكنٌ للعلم، بل «تَملكٌ» له فقط. وهذا التملكُ لا يحصل إلاّ بفضل السلطة السياسيّة وبفضلِ الالتزامِ الإرادي لأصحابِ القرارِ، وهؤلاء هم الدولةُ والنخَبُ الاقتصاديةُ والسياسية والعسكرية والعلمية. ولن يكونَ، بدون هذين العاملين، تملكٌ للعلمِ نفسه، بل ستكونُ هناك فقط مؤسساتٌ علميةٌ ظاهرُها خداعٌ باطنها، فالعلمُ لم يكن أبداً مجموعةً مَعزولةً عن البنيات الاجتماعية الأخرى. ولكن، في كثير من البلاد العربية، يبقى المُجتمعُ العلمي، الذي ما يزال في بدء تكوينه، معزولاً عن البنيات السياسية والاجتماعية. وما يزال رجالُ الحُكم ينظرون إلى العلماء إمّا على أنهم مُوظفون لتنفيذ قراراتهم وإمّا على أنهم مُثيرون مُحتَملون للاضطرابات.

٢- يَتم تملكُ العلم بفضل التكوين والتطوير للتقاليد الوطنية في البحث؛ وهذا لا يتطلبُ فقط تخصيصَ وصَرفَ الأموال اللازمة لإنشاء المؤسسات ولتكوين الاختصاصيين، بل أيضاً دَعْمَ التحولات العلميّة في المُجتَمَع؛ وهذا يعني وجوبَ وضع كل الإمكانيات لكي يُصبحَ العلمُ جُزءاً أساسياً من الثقافة.

٣- لا يُمكنُ القيامُ بذلك بدون تعريبٍ مَنْهَجي جَيدٍ للتعليم العلميّ.

٤- إن عناصرَ برنامج مُشَرَفة ومعاصريه ما زالت بعيدةً عن التحقيق. وقد آن الأوان كي نُحَققَها

٥- كُل هذا يقودُنا إلى النتيجةِ التلقائيةِ التاليةِ : يَجب البدءُ بالدعمِ الماديّ والعلميّ للمؤسسات في البلاد العربية التي تَسير في هذا الاتجاه لِتَملكِ هذا العِلم. يجب أن نَبْدأ العملَ انطلاقاً من هذه المؤسسات.

فهرس الأعلام

(أ)